

Tesi di Dottorato di Ricerca - Ciclo XXXIV - gennaio 2022

Sara Colaceci

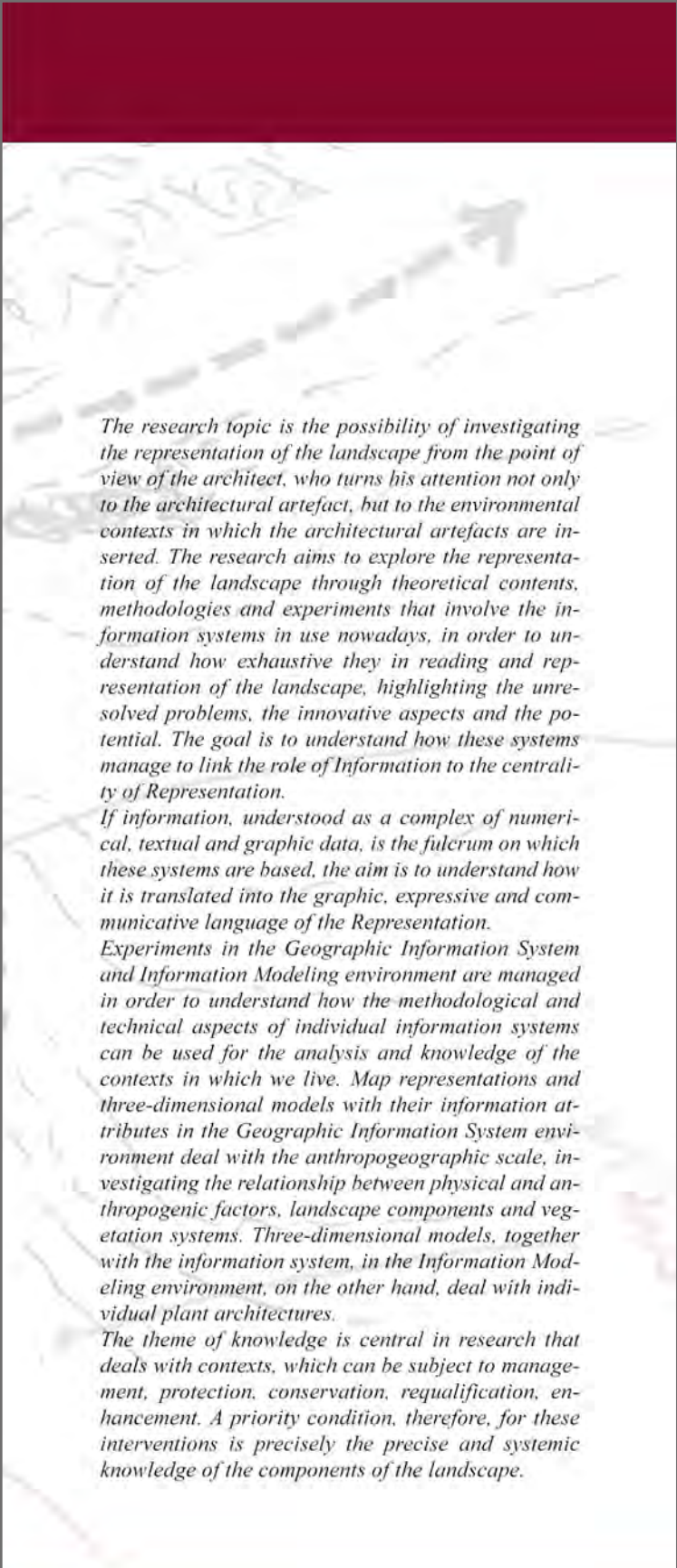
**La rappresentazione del paesaggio tra espressività e scienza.
Sistemi informativi per la conoscenza del patrimonio territoriale culturale**



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura

Dottorato Innovativo Internazionale in Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura
International PHD Course in History, Representation and Restoration of Architecture
Curriculum in Disegno / Representation - SSD ICAR/17



The research topic is the possibility of investigating the representation of the landscape from the point of view of the architect, who turns his attention not only to the architectural artefact, but to the environmental contexts in which the architectural artefacts are inserted. The research aims to explore the representation of the landscape through theoretical contents, methodologies and experiments that involve the information systems in use nowadays, in order to understand how exhaustive they are in reading and representation of the landscape, highlighting the unresolved problems, the innovative aspects and the potential. The goal is to understand how these systems manage to link the role of Information to the centrality of Representation.

If information, understood as a complex of numerical, textual and graphic data, is the fulcrum on which these systems are based, the aim is to understand how it is translated into the graphic, expressive and communicative language of the Representation.

Experiments in the Geographic Information System and Information Modeling environment are managed in order to understand how the methodological and technical aspects of individual information systems can be used for the analysis and knowledge of the contexts in which we live. Map representations and three-dimensional models with their information attributes in the Geographic Information System environment deal with the anthropogeographic scale, investigating the relationship between physical and anthropogenic factors, landscape components and vegetation systems. Three-dimensional models, together with the information system, in the Information Modeling environment, on the other hand, deal with individual plant architectures.

The theme of knowledge is central in research that deals with contexts, which can be subject to management, protection, conservation, requalification, enhancement. A priority condition, therefore, for these interventions is precisely the precise and systemic knowledge of the components of the landscape.

Sapienza Università di Roma - Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura
Dottorato Innovativo Internazionale in Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura
International PHD Course in History, Representation and Restoration of Architecture
Curriculum in Disegno / Representation - SSD ICAR/17

Dott.ssa Sara Colaceci

**La rappresentazione del paesaggio tra espressività e scienza.
Sistemi informativi per la conoscenza del patrimonio territoriale culturale**



Sapienza Università di Roma - Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura
Dottorato Innovativo Internazionale in Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura
International PHD Course in History, Representation and Restoration of Architecture
Coordinatrice prof.ssa Emanuela Chiavoni
Curriculum in Disegno / Representation - SSD ICAR/17
Responsabile prof.ssa Elena Ippoliti

Collegio del Dottorato, XXXIV ciclo
ICAR/17 - Disegno

Carlo BIANCHINI, Anna Laura CARLEVARIS, Laura CARNEVALI, Marco CARPICECI,
Elena IPPOLITI, Alfonso IPPOLITO, Fabio LANFRANCHI, Maria MARTONE, Fabio
QUICI, Luca RIBICHINI, Michele RUSSO, Marta SALVATORE, Graziano Mario VALENTI

ICAR/18 - Storia dell'Architettura

Aloisio ANTINORI, Simona BENEDETTI, Flavia CANTATORE, Piero CIMBOLLI
SPAGNESI, Marzia MARANDOLA, Maurizio RICCI, Augusto ROCA DE AMICIS, Renata
SAMPERI, Paola ZAMPA

ICAR/19 - Restauro dell'Architettura

Lia BARELLI, Calogero BELLANCA, Maurizio CAPERNA, Roberta Maria DAL MAS,
Fabrizio DE CESARIS, Marina DOCCI, Maria Grazia ERCOLINO, Daniela ESPOSITO,
Donatella FIORANI, Maria Piera SETTE, Maria Grazia TURCO

<i>Dottoranda</i> Sara Colaceci
<i>Tutor</i> Emanuela Chiavoni
<i>Tutor</i> Maria Grazia Cianci

Ove non diversamente specificato, le immagini sono elaborazioni grafiche a cura dell'autrice.
In copertina: elaborazione grafica di una porzione della Valle della Caffarella a Roma.

Abstract della ricerca

Tema della ricerca è la possibilità di indagare intorno alla rappresentazione del paesaggio secondo il punto di vista dell'architetto, il quale volge la sua attenzione non soltanto al manufatto architettonico, bensì ai contesti ambientali in cui i manufatti architettonici si inseriscono.

La ricerca si propone di esplorare la rappresentazione del paesaggio attraverso contenuti teorici, metodologie e sperimentazioni che coinvolgono i sistemi informativi in uso nella contemporaneità con lo scopo di capire quanto essi siano esaustivi alla lettura e alla rappresentazione del paesaggio, evidenziandone le problematiche irrisolte, gli aspetti innovativi e le potenzialità. L'obiettivo è comprendere in che modo tali sistemi riescono a legare il ruolo dell'Informazione alla centralità della Rappresentazione. Se l'Informazione, intesa come complesso di dati numerici, testuali e grafici, è il fulcro su cui si fondano tali sistemi, lo scopo è capire in che modo essa si traduca in linguaggio grafico, espressivo, comunicativo della Rappresentazione.

Le sperimentazioni in ambiente di Geographic Information System e di Information Modeling sono condotte al fine di comprendere quanto gli aspetti metodologici e tecnici propri dei singoli sistemi informativi possano essere usati per l'analisi e la conoscenza dei contesti in cui viviamo. Rappresentazioni mappali e modelli tridimensionali con i loro attributi informativi in ambiente Geographic Information System affrontano la scala antropogeografica, indagando la relazione tra fattori fisici e fattori antropici, le componenti del paesaggio e i sistemi vegetazionali. Modelli tridimensionali, unitamente all'apparato informativo, in ambiente di Information Modeling affrontano, invece, le singole architetture vegetali.

Il tema della conoscenza è centrale in una ricerca che si occupa dei contesti, che possono essere soggetti a gestione, tutela, conservazione, riqualificazione, valorizzazione. Condizione prioritaria, dunque, per tali interventi è proprio la conoscenza puntuale e sistemica delle componenti del paesaggio.

Parole chiave: rappresentazione del paesaggio; GIS; Information Modeling; modelli 3d; vegetazione.

The research topic is the possibility of investigating the representation of the landscape from the point of view of the architect, who turns his attention not only to the architectural artefact, but to the environmental contexts in which the architectural artefacts are inserted. The research aims to explore the representation of the landscape through theoretical contents, methodologies and experiments that involve the information systems in use nowadays, in order to understand how exhaustive they are in reading and representation of the landscape, highlighting the unresolved problems, the innovative aspects and the potential. The goal is to understand how these systems manage to link the role of Information to the centrality of Representation. If information, understood as a complex of numerical, textual and graphic data, is the fulcrum on which these systems are based, the aim is to understand how it is translated into the graphic, expressive and communicative language of the Representation.

Experiments in the Geographic Information System and Information Modeling environment are managed in order to understand how the methodological and technical aspects of individual information systems can be used for the analysis and knowledge of the contexts in which we live. Map representations and three-dimensional models with their information attributes in the Geographic Information System environment deal with the anthropogeographic scale, investigating the relationship between physical and anthropogenic factors, landscape components and vegetation systems. Three-dimensional models, together with the information system, in the Information Modeling environment, on the other hand, deal with individual plant architectures.

The theme of knowledge is central in research that deals with contexts, which can be subject to management, protection, conservation, requalification, enhancement. A priority condition, therefore, for these interventions is precisely the precise and systemic knowledge of the components of the landscape.

Keywords: landscape representation; GIS; Information Modeling; 3d models; vegetation.

Ringraziamenti

Pochi ringraziamenti necessari.

Una profonda gratitudine alla professoressa Maria Grazia Cianci, preziosa mentore.

Un ringraziamento speciale alla professoressa Emanuela Chiavoni, attenta e scrupolosa consigliera.

Un grazie particolarmente sentito al dottor Giovanni Buccomino che ha fornito competenze indispensabili per lo svolgimento della ricerca.

Un grazie sincero all'ingegner Andrea Gullotta e alla MG Servizi di Ingegneria s.r.l. per le acquisizioni con SAPR della Valle della Caffarella.

Al Collegio dei Docenti del Dottorato va la mia riconoscenza per le riflessioni scaturite negli incontri di avanzamento.

A tutti loro un caloroso Grazie.

Indice

Introduzione	9		
Parte I			
1. Il paesaggio nel quadro legislativo nazionale e internazionale: quale rappresentazione?	15	4. Modelli GIS per la rappresentazione delle componenti del paesaggio	119
1.1 Introduzione	15	4.1 Introduzione	119
1.2 Paesaggio: significato e significati	15	4.2 Questioni sulla rappresentazione dei sistemi vegetazionali	119
1.3 Il quadro legislativo nazionale ed internazionale	20	4.3 Obiettivi	120
1.3.1 Leggi dal 1922 al 1972: visione e sguardo nella concezione estetizzante	23	4.4 Metodologia	121
1.3.2 Leggi dal 1972 al 2004: percezione e interrelazione tra natura e cultura	26	4.5 La nuvola di punti: visualizzazione e valutazione dei dati	124
1.3.3 Documenti dal 2004 al 2018: verso i sistemi informativi	28	4.6 Classificazione della nuvola di punti	126
1.4 Modello, rete, informazione	30	4.7 Il suolo	130
2. Stato dell'arte: Geographic Information System e Information Modeling	37	4.8 Analisi e rappresentazione dei sistemi vegetazionali	135
2.1 Introduzione	37	4.9 Analisi e rappresentazione delle architetture vegetali	155
2.2 GIS: breve panoramica e definizioni	37	5. Le componenti naturali in Information Modeling	173
2.3 Sistemi informativi geografici per la conoscenza del patrimonio urbano e territoriale	39	5.1 Introduzione	173
2.4 Verso una integrazione tra GIS mappali e modelli 3d	46	5.2 Il modello del terreno	173
2.5 Information Modeling per l'architettura del paesaggio	55	5.3 Obiettivi e metodologia nella rappresentazione delle architetture vegetali	178
2.6 La ricerca sull'IM per l'architettura del paesaggio presso gli enti internazionali	63	5.4 Modelli delle architetture vegetali	180
Parte II			
3. Lettura, conoscenza e rappresentazione del sistema storico-ambientale	73	Conclusioni	191
3.1 Introduzione	73	Appendice	201
3.2 Criteri di lettura	73	Glossario	223
3.3 Metodologia	75	Bibliografia ragionata	233
3.4 Struttura del paesaggio	76		
3.5 Costruzione del paesaggio	77		
3.6 Idrografia	80		
3.7 Morfologia	93		
3.8 Infrastruttura lineare e strutture puntiformi	103		
3.9 Le aree libere all'interno della città costruita	111		

*"Sempre caro mi fu quest'ermo colle,
e questa siepe, che da tanta parte
dell'ultimo orizzonte il guardo esclude.
Ma sedendo e mirando, interminati
spazi di là da quella, e sovrumani
silenzi, e profondissima quiete
io nel pensier mi fingo, ove per poco
il cor non si spaura. E come il vento
odo stormir tra queste piante, io quello
infinito silenzio a questa voce
vo comparando: e mi sovvien l'eterno,
e le morte stagioni, e la presente
e viva, e il suon di lei. Così tra questa
immensità s'annega il pensier mio:
e il naufragar m'è dolce in questo mare."*

*Giacomo Leopardi
L'infinito, 1819.*

Introduzione

Premessa teorica

Tema di questa ricerca è la possibilità di ragionare e di indagare intorno alla rappresentazione del paesaggio secondo il punto di vista dell'architetto, il quale volge la sua attenzione non soltanto al manufatto architettonico, bensì ai contesti ambientali in cui i manufatti architettonici si inseriscono per mezzo dei legami identitari, delle connessioni storico-morfologiche e delle relazioni di memoria.

I quesiti teorici che hanno avviato e che sostengono la ricerca sono i seguenti: in che modo il Disegno consente di analizzare, di conoscere e di rappresentare il paesaggio, quale concetto recepito nei suoi significati recenti, ossia come il sistema di relazioni che si instaurano tra uomo e natura?

È possibile indagare il paesaggio, alle diverse dimensioni scalari, attraverso gli strumenti e le metodologie proprie del Disegno, affinché i valori intrinseci ed identitari di quel paesaggio specifico siano veicolati, espressi, descritti e resi evidenti al meglio? In altre parole, è possibile sondare le potenzialità del Disegno affinché questo sia lo strumento principe, conoscitivo, espressivo e comunicativo, in grado di manifestare e rendere palese quella narrazione, densa e sapiente, che appartiene ai nostri paesaggi?

L'interesse e la riflessione sono rivolti, dunque, ai luoghi che raccontano le relazioni stratificate nel tempo tra uomo e natura, tra insediamento antropico e struttura fisica.

Il concetto di paesaggio va ben oltre il soggetto che contempla ed è ben diverso dalla sommatoria dei singoli elementi tangibili. La complessità della realtà è costituita dalla sovrapposizione dei segni naturali e dalla stratificazione delle tracce antropiche, antiche e recenti, mutati nel tempo e dalla specificità di ogni singolo luogo, in cui le regole dell'abitare e del prendersi cura degli spazi aperti, coltivati o meno, hanno depositato un'articolata sedimentazione di valori culturali. In tal senso, il paesaggio non è un banale contenitore e non è il semplice luogo fisico in cui operano esclusivamente le

componenti naturali. È necessario considerare le componenti antropiche e le relazioni che si instaurano tra le prime e le seconde.

La conoscenza dei contesti, riferita alla loro conformazione fisico-naturalistica e alle modalità di acquisizione antropica, è essenziale per ogni forma di processo di documentazione, di analisi, di valorizzazione, di comunicazione e di progetto del patrimonio culturale territoriale.

A monte, pertanto, è sostanziale fondare un atto di lettura e di analisi della realtà che si esplica con l'insieme multiforme dei processi e dei mezzi conoscitivi propri del Disegno.

Partendo da tali premesse, la ricerca si propone di esplorare la rappresentazione del paesaggio attraverso contenuti teorici, metodologie e sperimentazioni che coinvolgono i sistemi informativi in uso nella contemporaneità con lo scopo di capire quanto essi siano esaustivi alla lettura e alla rappresentazione del paesaggio, evidenziandone le problematiche irrisolte, le criticità, gli aspetti innovativi, le potenzialità e le possibilità future.

L'obiettivo è comprendere in che modo tali sistemi riescono a legare il ruolo dell'Informazione alla centralità della Rappresentazione. Se l'Informazione, intesa come complesso di dati numerici, testuali e grafici, è il fulcro su cui si fondano tali sistemi, l'obiettivo è capire in che modo essa si traduca in linguaggio grafico, espressivo, comunicativo della Rappresentazione.

Per tali ragioni, i concetti di *espressività* e *scienza* sono mutuati, nel loro rapporto di opposte polarità, per tentare di tenere insieme la tensione dialettica che si instaura tra il valore analitico-conoscitivo, da un lato, e il valore espressivo-comunicativo, dall'altro, della Rappresentazione.

Lo studio teorico è accompagnato dalla ricerca sui sistemi informativi contemporanei e la loro applicazione nella costru-

zione di modelli urbani e territoriali. Le sperimentazioni in ambiente di *Geographic Information System* e di *Information Modeling* sono condotte al fine di comprendere quanto gli aspetti metodologici e tecnici propri dei singoli sistemi informativi possano essere usati per l'analisi e la conoscenza dei contesti in cui viviamo e per comunicare un valore espressivo delle componenti antropiche e naturali.

La ricerca riflette sulle possibilità dei sistemi informativi di trasferire, attuare e concretizzare un valore aggiunto nel processo di conoscenza del paesaggio, e di essere esaustivi negli aspetti rappresentativi, tramite la rappresentazione mappale e modelli tridimensionali.

Il lavoro presentato illustra la metodologia e le procedure operative impiegate nei sistemi informativi nel campo di studi inerente all'analisi e alla conoscenza del patrimonio territoriale culturale, con lo scopo di comprenderne il funzionamento e le potenzialità, di svolgere analisi mirate alla comprensione delle relazioni spaziali tra componenti antropiche e naturali, di sperimentare le possibilità di rappresentazione con valenza grafico-espressiva non soltanto bidimensionale mappale ma anche tridimensionale.

Catalogare dati in database non è semplicemente acquisire la quantità di dato, bensì avere informazioni di un bene che è parte integrante di un contesto con le sue relazioni. L'obiettivo generale è la conoscenza sistemica e il legame inscindibile tra componenti naturali e antropiche.

La contestualizzazione, ossia la collocazione delle componenti (piccole e grandi) nel sistema informativo rende visibile in modo esplicito e chiaro l'insieme delle relazioni quantitative e qualitative che la singola componente ha di per sé e che instaura con le altre. È un continuo rimando all'interno di un rapporto biunivoco e di interconnessione.

All'interno della definizione di paesaggio come l'insieme delle relazioni tra fattori naturali e fattori antropici, i sistemi informativi permettono di considerarlo e affrontarlo secondo tale definizione. In essi si esplica appieno la possibilità di attuare una conoscenza sistemica, ossia l'espressione della singola componente e l'insieme delle relazioni che ogni singola componente instaura con le altre. Tale conoscenza è presupposto necessario ed indispensabile per qualsiasi tipo di intervento sul paesaggio che abbia un valore di consapevolezza: consapevolezza della sua origine, della sua storia, del suo significato assunto nei differenti periodi storici dalle co-

munità. Il tema della conoscenza è centrale in una ricerca che si occupa dei contesti, che possono essere soggetti a gestione, tutela, conservazione, riqualificazione, valorizzazione. Condizione prioritaria, dunque, per tali interventi è proprio la conoscenza puntuale e sistemica delle componenti del paesaggio. Considerata la natura interdisciplinare che investe il tema del paesaggio, questo può essere indagato in ambiente GIS e di *Information Modeling* poiché permette l'interazione di dati diversi, tuttavia relazionabili, cioè con possibilità di farli dialogare all'interno di un unico sistema.

Struttura della ricerca

Il volume è suddiviso in due parti, di cui la prima è puramente teorica, mentre la seconda è maggiormente a carattere sperimentale. Di seguito si riportano le introduzioni ai capitoli al fine di presentare una panoramica generale della struttura del volume.

Introduzione del capitolo 1

Il primo capitolo descrive l'evoluzione del concetto di paesaggio, inizialmente, nella storia e, successivamente, nella legislazione nazionale ed internazionale, con l'obiettivo di comprendere se il concetto precisato nelle norme possa essere ricondotto a forme e a linguaggi della rappresentazione, ossia se i documenti legislativi alludono a un tipo di rappresentazione. Uno studio dell'origine filologica del lemma è stato imprescindibile, prima di precisare l'iter normativo italiano ed internazionale che si è pronunciato in merito alla tutela e alla valorizzazione del paesaggio e che ha consentito, conseguentemente, una definizione e un significato del termine.

Introduzione del capitolo 2

Il secondo capitolo è dedicato allo stato dell'arte sulle conoscenze relative ai sistemi informativi utilizzati nell'analisi,

nella conoscenza, nella rappresentazione e nel progetto dei paesaggi urbani e territoriali, quali il *Geographic Information System* e l'*Information Modeling*.

Lo stato dell'arte si articola a partire da una panoramica sulla genesi del GIS e alcune definizioni note in letteratura. Sono presentati alcuni casi che illustrano quanto il GIS sia un sistema consolidato nell'approccio analitico, descrittivo e conoscitivo del patrimonio culturale. Esso è oramai una metodologia applicata in vasti campi di interesse (architettonico, urbanistico, paesaggistico, infrastrutturale) grazie all'analisi e alla visualizzazione dei dati, alla creazione di mappe, alla gestione di informazioni appartenenti alle città e al territorio. Successivamente sono mostrate ricerche che tentano di associare gli aspetti cartografici, mappali e bidimensionali su vasta scala a modelli architettonici tridimensionali, a dimostrazione di quanto una parte della comunità scientifica abbia necessità di coniugare le due polarità di approccio, con l'obiettivo di giungere ad una più intensa comprensione dei singoli manufatti, ad una maggiore consapevolezza del legame che intercorre tra il singolo bene e il contesto in cui si è originato e ad una conoscenza completa del patrimonio culturale. Infine, vi è una trattazione riguardo l'*Information Modeling* per l'architettura del paesaggio, tema divenuto centrale nel settore dopo che il corpo professionale ha avviato un dibattito etico e politico a riguardo, e sono descritte le ricerche degli enti e delle organizzazioni internazionali verso quest'ultimo argomento, il cui scopo è definire una classificazione gerarchica uniformata a livello internazionale.

Introduzione del capitolo 3

Nel terzo capitolo si ragiona su l'analisi, la conoscenza e la rappresentazione del sistema storico-ambientale, ossia l'insieme di relazioni che intercorrono tra gli aspetti fisico-naturalistici e gli aspetti antropici, a partire dal caso studio dell'area comprendente il Parco Archeologico dell'Appia Antica a Roma.

Sono esposti i criteri adottati come principi di lettura che, conseguentemente, definiscono il tipo di rappresentazione utilizzata: identificazione dei fattori fisici e quelli antropici tra loro interrelati, l'aspetto interscalare e la lettura sintetica dei

caratteri strutturali. È illustrata la metodologia di studio che si fonda sull'individuazione dei sistemi naturali e dei sistemi antropici tramite la classificazione in componenti e sull'attenzione al significato delle parole, per legare significato e significante di ciascuna componente, ossia concetto e suo segno grafico, alla scala antropogeografica.

Approfonditi i concetti di struttura e di costruzione del paesaggio dell'area romana con lo scopo di sostenerne ed avvalorarne la rappresentazione, le mappature sintetiche in ambiente GIS evidenziano i segni artefici della genesi dell'area romana e l'articolazione delle acque e dell'orografia dell'area presso la via Appia Antica.

Introduzione del capitolo 4

Il quarto capitolo affronta il tema della rappresentazione delle componenti del paesaggio, con particolare attenzione ai sistemi e alle architetture vegetali in GIS, a partire dal caso studio della Valle della Caffarella all'interno del Parco Archeologico dell'Appia Antica, secondo un triplice obiettivo.

Il primo obiettivo è di sondare la rappresentazione grafica all'interno di un sistema informativo, evitando che la rappresentazione degli elementi vegetazionali sia relegata ad un generico verde privo di significato. Il secondo obiettivo è coniugare gli aspetti più propriamente espressivi con gli aspetti informativi, ossia i caratteri descrittivi delle componenti, con riguardo a quella vegetale, integrando il valore di linguaggio della Rappresentazione al valore censuario della banca dati. Il terzo obiettivo è sperimentare le potenzialità dei modelli tridimensionali in ambiente GIS.

È poi definita la metodologia di indagine: acquisizione dati con SAPR (Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto), generalmente definito drone; gestione, valutazione e classificazione della nuvola di punti in ambiente GIS per analizzare le componenti del paesaggio; rappresentazione delle componenti suolo, edificato e vegetazione.

A tal proposito, per il suolo sono stati sperimentati DEM (Digital Elevation Model), TIN (Triangulated Irregular Network) isopse, mettendone in evidenza differenze e analogie.

La rappresentazione dei sistemi vegetazionali è stata sviluppata tramite mappe interrogabili, intendendo, non sol-

tanto l'identificazione delle presenze arbustive e arboree, ma l'assegnazione degli attributi informativi relativi alla specie, alla formazione, alla tipologia, al suolo e all'ambito morfologico. Infine, essa è approfondita con l'analisi puntuale delle essenze arboree, integrando l'aspetto grafico con l'aspetto informativo riguardante lo stato vegetativo di ciascuna essenza.

Introduzione del capitolo 5

Il quinto capitolo si pone come obiettivo generale quello di affrontare l'ambito interstiziale tra l'architettura costruita e il contesto naturale, mentre si prefigge come obiettivo specifico quello di affrontare il tema dell'*Information Modeling* applicato alla componente vegetazionale, per una descrizione più ampia dell'ambiente circostante e dei contesti in cui viviamo. È stato sviluppato, dunque, il processo di costruzione della superficie del terreno, in modo da comprendere le analogie e le differenze nella metodologia e nei prodotti ottenuti tra ambiente GIS, illustrati nei capitoli precedenti, e ambiente di IM.

È esposta, in seguito, la sperimentazione relativa alle architetture vegetali, tramite l'utilizzo dell'oggetto-pianta, quale modello tridimensionale parametrico, che permette una rappresentazione delle essenze arboree attraverso un unico elemento che assume forma bidimensionale con geometria e grafica iconica, forma tridimensionale realistica e apparato informativo sulle qualità e le caratteristiche del medesimo.

Infine, le conclusioni riguardanti contenuti teorici, metodologie e risultati della ricerca ultimano la sequenza dei capitoli. Ad esse si aggiungono alcuni apparati di approfondimento: l'appendice, il glossario e la bibliografia ragionata.

L'appendice riguarda la cronologia della normativa nazionale ed internazionale relativa alla tutela del paesaggio e al suo significato semantico. Pur essendo specifica di tale argomento, è stata fondamentale per la comprensione del concetto di paesaggio, senza la quale non sarebbe stato possibile trattare i contenuti esposti nel primo capitolo, e argomentare intorno al suo rapporto dialettico con la rappresentazione.

Il glossario, invece, spiega alcuni lemmi, tecnici e teorici, che si ripetono nel volume. La bibliografia ragionata contiene l'insieme dei testi consultati suddivisi per argomenti, considerate le molteplici aree tematiche e differenti ambiti che coinvolgono la rappresentazione del paesaggio.

Nonostante la ricerca presentata afferisca al settore scientifico-disciplinare della rappresentazione dell'architettura e dell'ambiente, poiché supportata da analisi, da metodi e da strumenti appartenenti al medesimo settore, la tesi comprova l'importanza dell'approccio interdisciplinare al fine di pervenire ad una trattazione esaustiva dei temi trattati e, soprattutto, ad una rappresentazione maggiormente consapevole.

Per tali ragioni, alcuni principi e alcune nozioni appartenenti all'architettura del paesaggio e alla scienza botanica sono stati presi a supporto per percorrere al meglio ed esplorare più consapevolmente le *infinite vie* della ricerca.

*"Si deduce che
territori, paesaggi, strutture urbane non sono,
in sé, opere d'arte,
ma offrono lo sfondo sul quale le architetture,
piazze edifici strade,
acquistano evidenza e spessore,
valori estetici più carnosì e integrati
di quelli meramente formalistici".*

*Bruno Zevi
Paesaggi e città. Controstoria dell'architettura in Italia.
Roma: Newton Compton, 1995, p. 93.*

1. Il paesaggio nel quadro legislativo nazionale e internazionale: quale rappresentazione?

1.1 Introduzione

Il presupposto da assumere come punto di inizio per una trattazione sul concetto di paesaggio è la consapevolezza che tale concetto sia polisemico, in continuo mutamento e che interessi molteplici aree disciplinari.

La principale finalità del presente capitolo è quella di delineare un breve percorso dell'evoluzione del concetto semantico di paesaggio, dapprima nella storia e, successivamente, nella legislazione nazionale ed internazionale. L'obiettivo, inoltre, è capire se il concetto individuato nelle norme possa essere ricondotto a forme e a linguaggi della rappresentazione. Per meglio dire, se le norme alludono a un tipo di rappresentazione.

I tentativi di fornire una definizione esaustiva del paesaggio sono stati cospicui nel corso del tempo, tanto quanto le posizioni teoriche degli studiosi che hanno abbracciato l'argomento, probabilmente poiché "il rapporto tra il soggetto percipiente e l'oggetto percepito mette in crisi la nozione"¹. Tuttavia, una disanima dell'origine filologica del lemma si è resa necessaria, cercando di evitare di perdersi nelle innumerevoli enunciazioni, poiché è impossibile intraprendere una ricerca sul tema senza affrontare la questione semantica che lo illustra, che ne fa emergere i mutamenti subiti e che mostra quanto il concetto di paesaggio tenda ad assumere molteplici significati che ne restituiscono una definizione sempre più dilatata.

Fissata una prima spiegazione dell'etimologia del lemma, si passa ad un'analisi approfondita della legislazione. Gli argomenti sviluppati nei successivi paragrafi individuano l'iter normativo italiano ed internazionale che si è espresso in merito alla tutela e alla valorizzazione del paesaggio e che ha assicurato, conseguentemente, una definizione e un significato del termine.

Negli ultimi anni, tale argomento ha subito un incremento di interesse, grazie ai rapidi cambiamenti sociali, economici e, necessariamente, territoriali. Il dibattito si è esteso ingloban-

do le materie giuridico-amministrative e le altre scienze che si occupano del tema.

L'effetto è stato che i documenti e le leggi che ne hanno definito i principi con lo scopo di aumentarne la tutela, promuoverne la conoscenza e garantirne la gestione sono stati sempre più numerosi.

In questo capitolo si è delineato un quadro generale delle tematiche che coinvolgono la rappresentazione e il paesaggio, con risvolti su alcuni campi di interesse più contemporanei, mentre la consapevolezza sullo stato dell'arte sarà trattata in maniera approfondita nei successivi paragrafi.

Tale intreccio di argomenti ha dato il via alla discussione del tema e allo sviluppo del presente studio, la cui finalità non riguarda soltanto la costruzione di nuove conoscenze e la sistematizzazione dei concetti implicati, bensì conferire alla ricerca in oggetto una nuova forma tramite i temi individuati e i campi di applicazione sperimentati.

1.2 Paesaggio: significato e significati

La volontà di affrontare il senso del termine "paesaggio" dimostra l'esigenza di voler maturare coscienza del suo significato e cognizione del suo valore.

Interrogarsi su tale questione non è una iniziativa fine a sé stessa, bensì una operazione imprescindibile se si vuole affrontare il tema della sua rappresentazione. La conoscenza e la rappresentazione sono connesse a doppio filo: si cerca di conoscere l'oggetto di studio per rappresentarlo e lo si rappresenta per conoscerlo.

Lo scopo di questo paragrafo è duplice: affrontare l'etimologia del lemma per comprenderne la radice e riflettere su alcune enunciazioni date dagli studiosi, lungi dal proporre l'*excursus* storico poiché materia di altri settori disciplinari. L'etimologia del lemma è differente nelle lingue sassoni e in



1/ Leonardo da Vinci, 1473. Paesaggio sul fiume. Firenze, Galleria degli Uffizi. Campi coltivati, boschi, rilievi montuosi, masse arboree, acqua e casali testimoniano la connessione delle componenti naturali e antropiche. (Immagine tratta da www.firenze1903.it; autore dell'immagine fotografica Roberto Palermo).

quelle latine. Nelle lingue sassoni, si usavano vocaboli con la radice *land* (*landschaft* in tedesco, *landscape* in inglese, *landschap* in olandese).

Nel dizionario dei fratelli Grimm il significato germanico del termine *land* equivaleva ad un'area delimitata ossia ad una specifica porzione di territorio, ad esempio le varie terre che costituivano una fattoria².

Nelle lingue latine, si utilizzavano parole con la radice *pagus* e *pangere* ossia conficcare, alludendo al gesto di piantare pali o piante nel terreno per determinare i confini (*paysage* in

francese, *paisaje* in spagnolo, "paese" e "paesaggio" in italiano). Alla fine del XV secolo la locuzione "pittura di paesi" iniziò a diffondersi per identificare un genere artistico, con l'uso di "paese" che si riferiva ad un territorio rurale o ad una vasta regione³.

Piero Camporesi scrive

Nel Cinquecento non si conosceva il paesaggio nel senso moderno del termine, bensì il paese, che corrispondeva grosso modo al nostro attuale territorio [...] vale a dire un luogo o uno spazio visto sotto il

profilo delle sue caratteristiche fisiche e alla luce delle forme di popolamento umano e delle risorse economiche che gli appartengono in proprio⁴.

Leonardo, nel *Trattato sulla Pittura*, enuncia undici precetti dedicati ai *paesi*, intendendo l'insieme delle campagne, alberi, piante, montagne, fiumi⁵. Annovera il termine tra i differenti generi pittorici conferendogli autonomia, affermando "Non è laudabile quel pittore che non fa bene se non una cosa sola, come un nudo, testa, panni, o animali, o paesi [...]"⁶. Nel suo *Paesaggio sul fiume* del 1473, considerato il primo disegno di paesaggio non subordinato alla rappresentazione di figure, si apprezza tale commistione di componenti naturali e antropiche di un'area estesa con campi coltivati, boschi, rilievi montuosi, masse arboree, acqua, casali (figg. 1-2). Successivamente all'uso di "pittura di paesi", comparve il termine "paesaggio" come neologismo nella metà del XVI secolo per indicare non la realtà paesistica bensì la sua rappresentazione⁷.

Infatti, il lemma francese *paysage* emerse come un nuovo vocabolo specifico attribuito alla pittura, attestato nel 1549 nel dizionario di Robert Estienne⁸.

Da qui, si ebbe la successiva trasposizione italiana "paesaggio" che, analogamente a *paysage*, comparve per la prima volta nell'ambito della raffigurazione per designare il genere pittorico, infatti Matteo Mancini riporta che esso comparve inizialmente nel 1552 in una lettera di Tiziano a Filippo II⁹.

Si comprende come "paesaggio" e "rappresentazione" siano intrinsecamente connessi secondo un duplice legame: nella genesi del lemma "paesaggio" e nel rapporto tra oggetto e sua immagine.

Se "paese" indicava una porzione di spazio fisico con forme di acquisizione antropica, la sua rappresentazione era definita "pittura di paesi" e successivamente "paesaggio". Ciò a dimostrazione dell'origine pittorico-artistica del lemma, quindi parte del campo della rappresentazione.

Il concetto moderno di paesaggio è stato attribuito ad Alexander von Humboldt che, con *Quadri della natura* del 1804, fu il primo a descrivere l'ambiente e la natura come il risultato di un insieme di elementi connessi tra di loro.

Riuscì a far mutare l'atteggiamento contemplativo verso un sapere conoscitivo in grado di spiegare il funzionamento del mondo. La tavola inserita nel volume *Essai sur la géographie*



2/ Leonardo da Vinci, 1473. *Paesaggio sul fiume*. Firenze, Galleria degli Uffizi. Particolare. Si notano l'edificio, l'andamento morfologico, la trama dei campi coltivati, il contrappunto dei cipressi che delimitano una strada. (Immagine tratta da www.firenze1903.it; autore dell'immagine fotografica Roberto Palermo).

des plantes mostra una rappresentazione finalizzata all'analisi e alla conoscenza dei luoghi.

Ogni componente naturale è affrontata con un intento esplorativo e di indagine¹⁰. Il disegno accurato nei tratti e nei colori è accompagnato da numerose informazioni testuali riguardanti ogni singola componente esaminata. La tavola è composta in maniera sistematica con un disegno principale decisamente preciso e meticoloso nella tecnica, disegni di dettaglio come approfondimento, lunghe didascalie, descrizioni, tabelle informative. Il disegno non riguarda semplicemente la sua ap-

Sara Colaceci



3/ Humboldt Alexander; Bonpland Aimé, 1799-1803. Geografia delle piante equinoziali. Quadro fisico delle Ande e dei Paesi vicini. Pubblicato in: De Humboldt Alexander, Bonpland Aimé, 1805. *Essai sur la géographie des plantes accompagné d'un tableau phytogéographique des régions équinoxiales*. Paris: Chez Levrault, Schoell et compagnie, libraires, 1805. (Immagine tratta da <https://journals.openedition.org/cybergeo/25478?lang=en>).

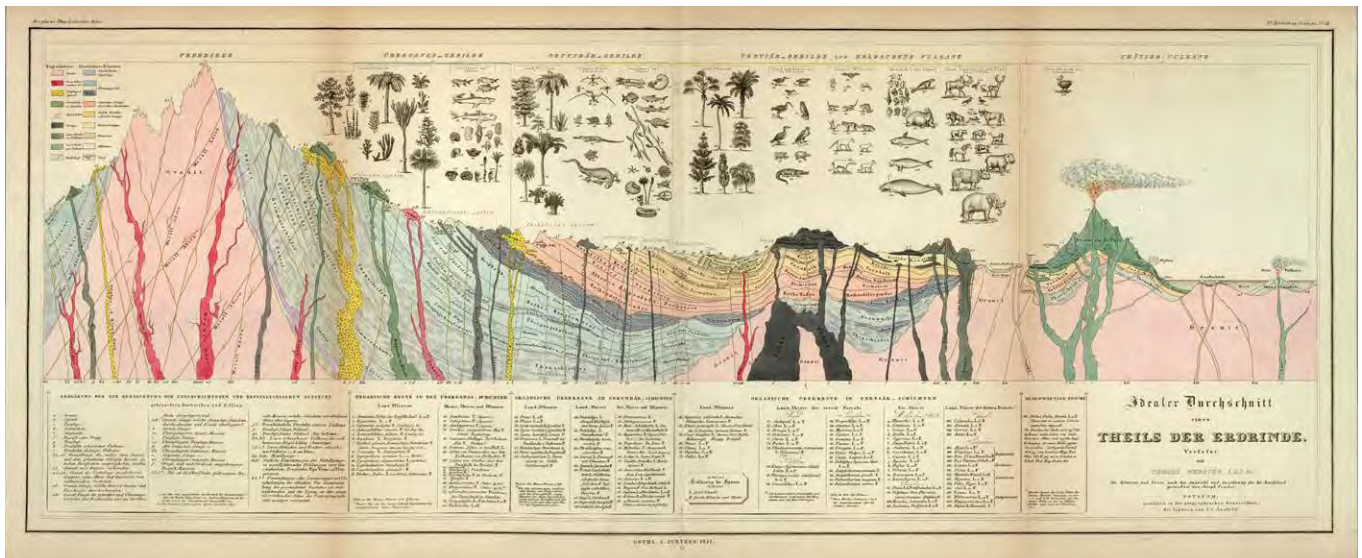
parenza, bensì è un disegno conoscitivo, spesso sotto forma di sezione (fig. 3).

Questo dimostra un approccio rigoroso verso la comprensione della realtà, oltre ad una volontà di ricerca. Le rappresentazioni del mondo fisico del XIX secolo documentano esattamente tale modo di porsi nei confronti dell'esistente (fig. 4).

E grazie al quale appunto il concetto di paesaggio definitivamente si muta, per la prima volta, da concetto estetico in concetto scientifico, passa dal sapere pittorico e poetico – l'unico concesso ai borghesi

dal dominio artistico – alla descrizione geognostica del mondo, si carica di un significato del tutto inedito (e letteralmente rivoluzionario) dal punto di vista della storia e della storia della conoscenza¹¹.

Il progetto di Humboldt si configurava come una vera e propria strategia politica finalizzata al successo della borghesia sull'*ancien régime*, usando il paesaggio come un sapere non più soltanto contemplativo, appannaggio delle arti e delle lettere, bensì un sapere analitico e consapevole rivolto alla gestione del mondo attraverso la conoscenza scientifica¹².



4/ Webster Thomas, Buckland, Fischer Joseph, Ausfeld Johann Carl, 1841. Sezione ideale di una parte della crosta terrestre. Pubblicato in: Berghaus Heinrich, 1845. *Physikalischer Atlas*. Gotha: Justus Perthes, 1845. (Immagine tratta da www.davidrumsey.com).

Ciò avviene grazie al doppio senso della parola *landschaft*, “almeno a partire dall’epoca moderna, vale allo stesso tempo come contrada o tratto di paese e come artistica rappresentazione figurativa della contrada stessa”¹³.

È un passaggio storico chiave dal quale si sviluppa la formazione irrimediabilmente ambigua dell’idea di paesaggio che permane ancora oggi, in una irrisolvibile oscillazione tra estetica e scienza.

Gli studi della prima metà del XX secolo annoveravano il tema paesaggio meramente e semplicemente come l’aspetto visibile del territorio, anche quando si prendeva in esame la doppia polarità tra concezione estetico-percettiva e concezione geografica.

Biasutti distingueva tra paesaggio visivo o sensibile, costituito da “ciò che l’occhio può abbracciare in un giro di orizzonte” e paesaggio geografico, ossia

[...] sintesi astratta di quelli visibili [...] sopra uno spazio più o meno grande, superiore, in ogni caso, a quello compreso da un solo orizzonte¹⁴.

Vi era un’attenzione alla visione intesa come atto del vedere che appartiene all’occhio, in grado di compiere una indagine completa di comprensione della realtà.

Gambi evidenziò come tale approccio fosse parziale e insufficiente alla conoscenza, infatti sostenne che il concetto paesaggio non fosse idoneo per affrontare, ad esempio, lo studio del mondo agricolo, citando i geografi francesi che preferivano il termine “strutture”¹⁵.

Sestini, pur ampliando il concetto fino a parlare di paesaggio geografico razionale, spiegava la fase iniziale elementare del paesaggio attraverso una veduta panoramica vincolata al punto di vista, mentre approcci successivi impiegavano sequenze di immagini associate, caratterizzate da volumi, linee, colori, oppure rilievi, vegetazione e abitazioni¹⁶.

In quegli anni, l’argomento dell’aspetto visibile del territorio si fondava sulla nozione di visione, che è essa stessa una questione non banale, la quale oggi sappiamo essere inscindibilmente legata alla percezione, cioè atto non dipendente dall’occhio bensì dal cervello. Negli studi della prima metà del secolo scorso si presupponeva implicitamente che la vi-

Sara Colaceci

sione fosse una operazione neutrale uguale per tutti gli uomini, con la conseguenza che anche la faccenda del rapporto tra il soggetto e l'oggetto non costituiva ancora argomento di dibattito. Il soggetto era considerato distaccato come un'entità separata¹⁷. Negli atti del Convegno tenutosi a Bagni di Lucca del 1974, si leggono i principi della più recente Convenzione Europea del Paesaggio con trent'anni di anticipo. Si stava affrontando la questione "paesaggio" cercando di capire le interazioni tra la storicità e la fisicità del territorio, nel tentativo di riappropriazione di uno spazio messo in crisi dalla speculazione edilizia post-bellica¹⁸. Nel frattempo, anche gli studi sulla percezione e rappresentazione iniziavano a superare l'idea meramente estetizzante che, tuttavia, non sarà mai completamente sopita.

Assunto, precisando territorio, ambiente e paesaggio come concetti l'uno inclusivo dell'altro, definì il "paesaggio come forma che l'ambiente [...] conferisce al territorio come materia della quale esso si serve"¹⁹.

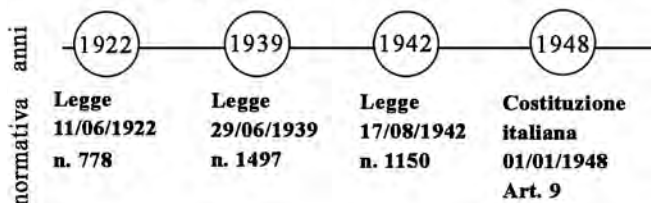
Il significato si arricchì notevolmente con importanti documenti di fine anni Novanta, quali la Carta di Napoli (1999), la Prima Conferenza Italiana del Paesaggio (1999), e la Convenzione Europea del Paesaggio (2000), di cui si rimanda la trattazione nei successivi paragrafi. Negli ultimi venti anni è emersa la consapevolezza della complessità del tema paesaggio, del quale non si può parlare senza tener conto dei fenomeni percettivi, mnemonici, culturali, esperienziali dell'uomo, i quali coinvolgono la sua identificazione e la sua rappresentazione.

1.3 Il quadro legislativo nazionale ed internazionale

L'analisi della normativa nazionale e internazionale che si occupa di paesaggio è nata dall'esigenza di rispondere a due domande: che cosa si intende per paesaggio nei documenti legislativi e come è cambiato il suo significato nel tempo? A quale tipo di rappresentazione di paesaggio allude il concetto espresso nella normativa? (fig. 5)

Occorre precisare che in questa sede non si vuole sostenere che la variazione del concetto di paesaggio nell'ambito della normativa abbia avuto direttamente delle ricadute sulla rappresentazione. Si vuole avere contezza della legislazione che interpreta un significato il quale non è distante dal significa-

Visione e sguardo nella concezione estetizzante



contenuti	<ul style="list-style-type: none"> • Prima legge che tutela il paesaggio con norme simili a quelle del patrimonio monumentale. • Riferimento alla bellezza e al panorama. • Accezione estetica e visiva del paesaggio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Riferimento alla bellezza, al panorama e ai punti di vista. • Accezione visiva, artistica e sentimentale. • La tutela è riconosciuta a porzioni eccellenti di territorio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Definizione dei piani territoriali e del PRG. 	<ul style="list-style-type: none"> • Paesaggio e patrimonio storico-artistico sono equiparati nella tutela.
-----------	---	---	---	--

iconografia

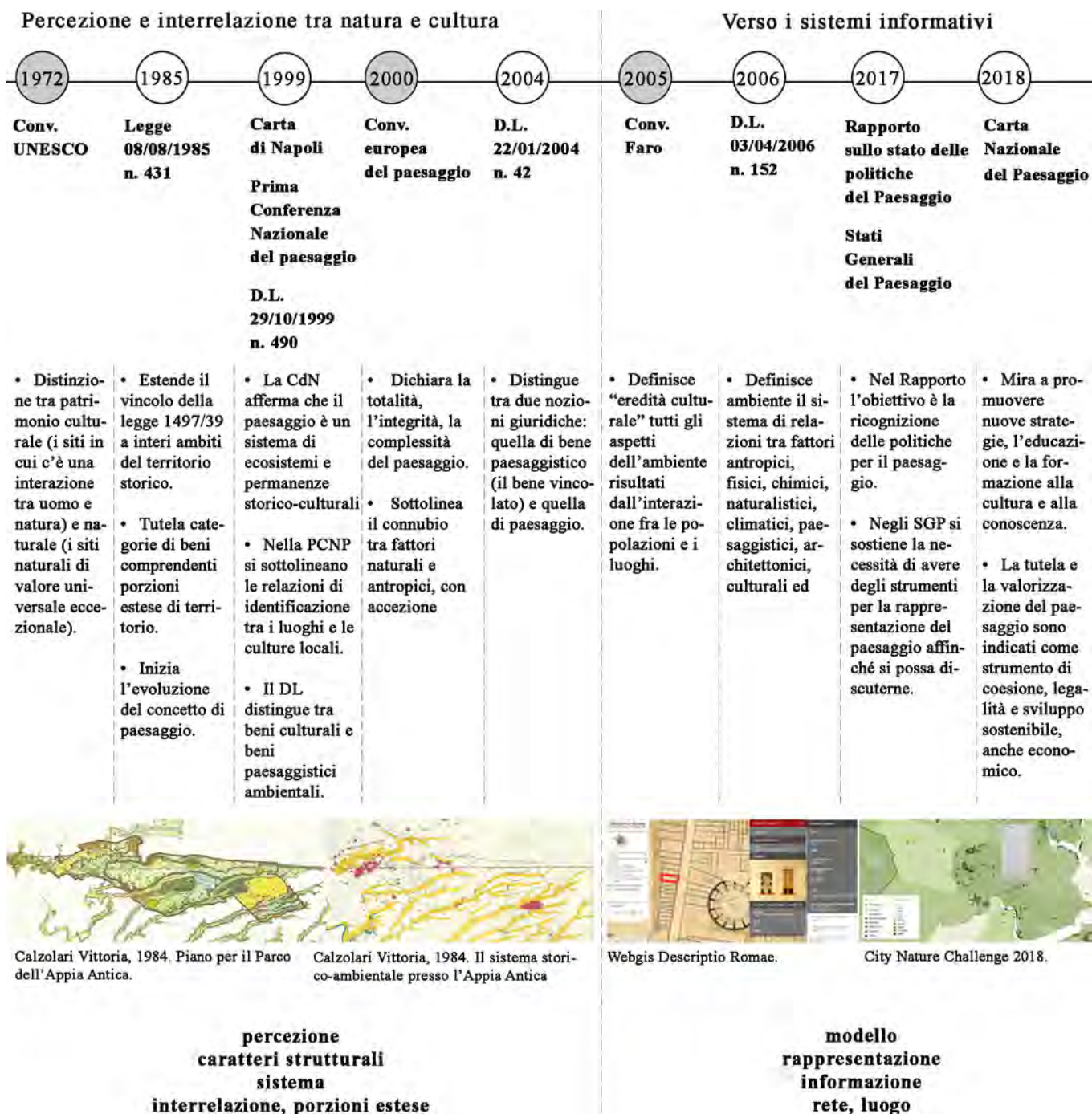


Repton Humphry, XVIII sec. Red Books.

Koninck Philips, XVII sec.
An Extensive Landscape with a Hawking Party.

parole chiave

**bellezza,
porzioni eccellenti
punto di vista
panorama, quadro naturale**



5/ Quadro sinottico e cronologico della normativa sul paesaggio dal 1922 al 2018, (gli anni in bianco indicano la normativa nazionale, gli anni in grigio indicano quella internazionale).

Sara Colaceci



6/ Koninck Philips. An extensive landscape with a road by a river. Londra, National Gallery. Veduta con ampia profondità di campo che enfatizza il sentimento di appartenenza dell'uomo alla scena naturale. (Immagine tratta da www.nationalgallery.org.uk).

to culturale del periodo storico in cui esso è presentato. La legislazione presa come riferimento comprende le leggi e i documenti istituzionali dalla prima legge dello Stato Italiano (legge 11/06/1922, n. 778) fino alla Carta Nazionale del Paesaggio del 2018, intrecciando la normativa internazionale, quale la Convenzione UNESCO (1972), la Convenzione Eu-

ropea del Paesaggio (2000) e la Convenzione di Faro (2005). Precedentemente al 1922, in Italia, non esistevano leggi che tutelassero il territorio e il paesaggio, ma soltanto i monumenti²⁰. Benedetto Croce fu il primo a sostenere una legge per la salvaguardia del paesaggio: *Per la tutela delle bellezze naturali e degli immobili di particolare Interesse storico* (legge



7/ Repton Humphry, XVIII secolo. Red Books. Veduta prospettica in cui prevale l'impianto compositivo con gli alberi laterali che chiudono la scena in primo piano e gli elementi naturali nell'ultimo piano. (Immagine tratta da www.pithandvigor.com).

11/06/1922, n. 778) finalizzata alla protezione delle cose immobili con notevole interesse pubblico. Da allora in poi fino al 2018 numerosi documenti legislativi sono stati redatti con l'obiettivo di promuovere la protezione, la tutela e la valorizzazione del paesaggio. In tale sequenza temporale l'accezione di paesaggio evolve, dunque è possibile sistematizzarla in tre macro gruppi, in ognuno dei quali predomina una idea di paesaggio differente, con la conseguenza che le parole-chiave significative che emergono sono inevitabilmente diverse. Nel primo gruppo (anni 1922-1972) prevalgono i valori di bellezza legati al punto di vista dell'osservatore. Nel secondo gruppo (anni 1972-2004) si ha un significato nuovo basato sui concetti di percezione e interrelazione delle componenti. Nel terzo gruppo (anni 2004-2018) si citano i nuovi sistemi informativi per la conoscenza e la tutela della realtà esistente. Le immagini associate a tale successione normativa temporale non vogliono testimoniare l'*excursus* storico di come muta la rappresentazione del paesaggio nel corso del tempo, bensì vogliono essere il richiamo iconografico di una idea di paesaggio a cui il concetto scritto nella norma allude, testimoniando la variazione della medesima.

1.3.1 Leggi dal 1922 al 1972: visione e sguardo nella concezione estetizzante

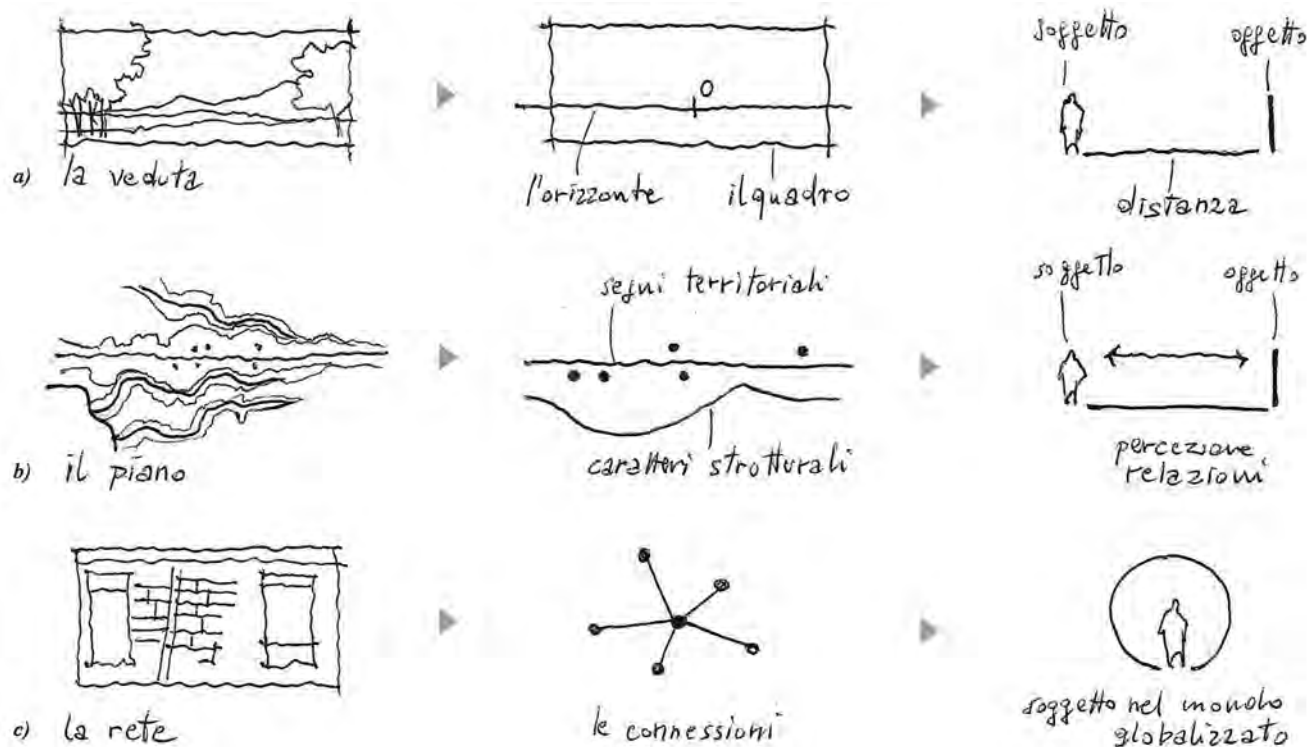
Dagli anni Venti fino agli anni Quaranta del Novecento, la normativa italiana pronuncia esplicitamente “le bellezze panoramiche”, i “punti di vista” e i “quadri naturali” nei suoi articoli di legge²¹.

Vi è una qualificazione estetica del paesaggio, dovuta alla capacità delle opere naturali, grazie alla loro particolare bellezza, di provocare sentimento, godimento ed entusiasmo nell'uomo²². L'articolo 1 della Legge 29 giugno 1939, n. 1497 sulla *Protezione delle bellezze naturali*, infatti, cita

Art.1.Sono soggette alla presente legge a causa del loro notevole interesse pubblico: [...] 4) le bellezze panoramiche considerate come quadri naturali e così pure quei punti di vista o di belvedere, accessibili al pubblico, dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze.

Il riferimento alla bellezza, al godimento e allo spettacolo indica un valore estetico e sentimentale dell'idea di paesaggio, mentre il cenno al quadro naturale denota un'accezione arti-

Sara Colaceci



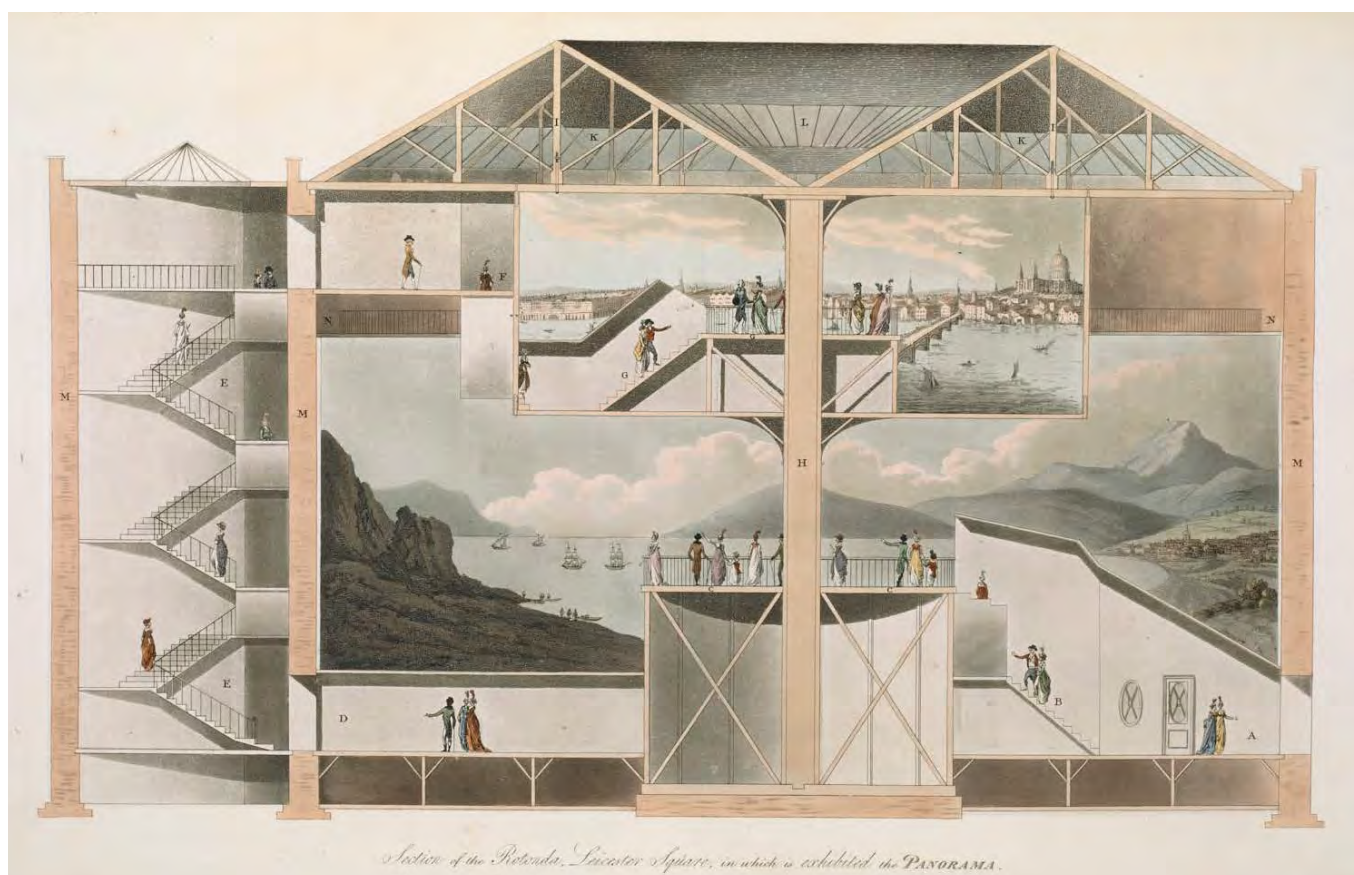
8/ Sara Colaceci. Schema concettuale sull'accezione di paesaggio, sua rappresentazione e sul rapporto tra soggetto e oggetto: a) l'accezione è visiva e il rapporto tra soggetto e oggetto è di separazione e distanza; b) l'accezione si basa sulle relazioni tra componenti naturali e antropiche quali segni continui, il rapporto tra soggetto e oggetto è mediato dalla percezione che annulla la separazione tra soggetto e oggetto; c) la rete come modello spaziale permette la connessione tra soggetti diversi e l'annullamento della separazione tra soggetto e oggetto.

stica, in qualche modo congiunta alla raffigurazione pittorica e all'immagine. Tale legame tra "paesaggio" e "rappresentazione" risulta inscindibile poiché insito fin dall'origine del termine, quando esso voleva indicare un genere pittorico. Nel richiamo al "panorama" e ai "punti di vista", vi è una concezione del paesaggio connessa alla visione e alla posizione dell'osservatore²³.

Il paesaggio è intrinsecamente legato al punto di vista prospettico che genera una descrizione in cui predomina il sentimento affettivo e la valenza artistica. L'idea di

paesaggio dichiarata è quella presente in tutte le vedute prospettiche dei secoli XVII-XVIII, in cui predominava una composizione costituita da inquadrature vaste, fitti piani sequenziali e rapporto tra cielo e terra che conferiva spazio al primo per suscitare emozione in chi osservava la scena (figg. 6-7).

Il riferimento al panorama, ossia "sguardo su tutte le cose", indica un'accezione prettamente visiva sulle porzioni eccellenti di territorio, in cui il rapporto tra il soggetto (colui che osserva) e l'oggetto (la cosa osservata) è di separazione e



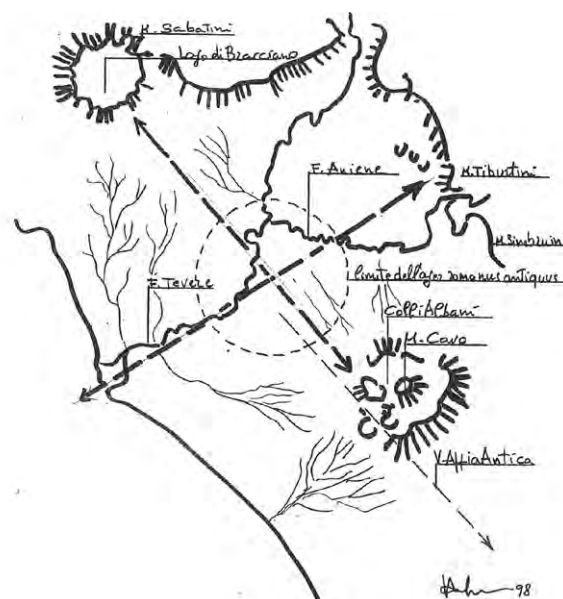
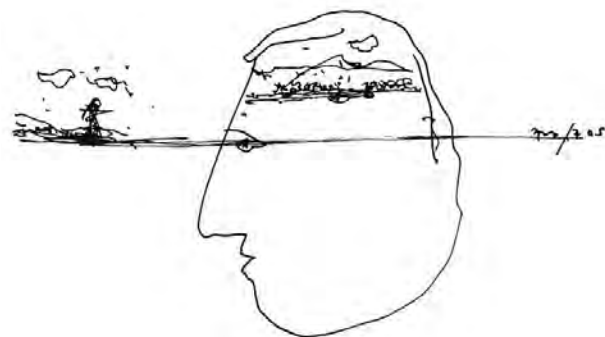
9/ Barker Robert, XVIII secolo. Il panorama a Leicester Square, Londra. Lo spettatore fruisce la scena dipinta sul fondale presente nella piattaforma cilindrica come in una rappresentazione teatrale. (Immagine tratta da www.bl.uk).

distanza (fig. 8). Si pensi ai panorami settecenteschi²⁴, costruzioni praticabili in cui l'osservatore era al centro della piattaforma, in una posizione rialzata, ed osservava la rappresentazione circolare a 360 gradi che lo circondava²⁵. In essi si manifesta la metafora del teatro, caratterizzata da un fondale che, sebbene possa essere apprezzato da molteplici punti di vista, si palesa come entità differente, distaccata e distante rispetto all'osservatore "come l'intervallo lineare standard tra due punti geometrici"²⁶ (fig. 9). Come lo spettatore non fa parte della scena rappresentata sul palco,

così chi fruiva del panorama non faceva parte della scena dipinta sui fondali della piattaforma. Nella Costituzione italiana del 1948 il paesaggio e il patrimonio storico-artistico sono equiparati nella tutela, manifestando, dunque, un valore eguale per entrambi.

Con la Convenzione UNESCO del 1972, pur mantenendo ancora il carattere di eccezionalità dei beni sottoposti a tutela, si inizia a discutere di patrimonio culturale, sottintendendo una interazione tra uomo e natura, preambolo all'evoluzione del concetto che si verificherà negli anni seguenti²⁷.

Sara Colaceci



10/ Rapporto tra la visione, la percezione e l'interpretazione della realtà. In: Raffestin Claude, 2005. *Dalla nostalgia del territorio al desiderio di paesaggio*. Firenze: Alinea Editrice, 2005, copertina.

11/ Calzolari Vittoria, 1999. *Struttura morfologica dell'area romana con gli elementi ordinatori del territorio*. In: Calzolari Vittoria (a cura di), 1999. *Storia e natura come sistema*. Roma: Argos, 1999, p. 50.

1.3.2 Leggi dal 1972 al 2004: percezione e interrelazione tra natura e cultura

A partire dal 1985 fino al 2004, si è verificato un decisivo salto teorico nell'esplicitazione di cosa si intende per paesaggio, che permane fino ad oggi.

La legge Galasso del 1985 ha avviato l'evoluzione del suo significato, considerando paesaggio quello attribuito a interi ambiti del territorio storico, passando dalla tutela per punti emergenti alla tutela di diverse categorie di beni comprendenti porzioni estese di territorio. Con essa si prende in considerazione l'integrità complessiva delle componenti presenti nel territorio, valutato nella sua globalità di fattori, dal valore naturale e culturale²⁸.

La Carta di Napoli (1999), la Prima Conferenza Italiana sul paesaggio (1999), la Convenzione Europea sul Paesaggio (2000) sono stati documenti fondamentali nella definizione di

un nuovo modo di intendere il paesaggio. Emergono, tra tutti, due concetti rilevanti: il tema della percezione e quello delle interrelazioni tra fattori fisici e fattori antropici.

Nella Convenzione Europea sul Paesaggio compare il tema della percezione dei paesaggi straordinari tanto quanto quelli ordinari della quotidianità, laddove si dichiara che paesaggio è "una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni"²⁹.

Similmente, nella Conferenza Italiana sul paesaggio, Vittoria Calzolari espone il paesaggio come

[...] la manifestazione sensibile e percepita in senso estetico del sistema di relazioni che si determina nell'ambiente biofisico e antropico e che caratterizza il rapporto delle società umane e dei singoli individui con l'ambiente e con il territorio, con i siti e i luoghi, in cui si sono sviluppati, abitano e operano³⁰.



12/ Tavola del piano del Parco dell'Appia Antica, in cui si evince la volontà di mettere in relazione le componenti antropiche storico-archeologiche e le componenti naturali. Si notano i fossi e le valli rappresentati come segni estesi fin al di fuori dei confini amministrativi del parco. In: Calzolari Vittoria (a cura di), 1984. Piano per il Parco dell'Appia Antica. Roma: 1984.

È palese che l'aspetto visivo del “guardare” si amplia e si articola nel senso di “giudicare”, operazione in cui è insito un ruolo intellettivamente attivo dell'uomo³¹. Andrea Casale sottolinea che “la percezione non è mai una registrazione neutrale, ma anche un'attribuzione di senso”³². Dunque, l'ampiezza della visione non definisce un paesaggio.

L'operazione della visione è inseparabile dall'atto percettivo di significazione, ossia di conferimento di un giudizio, o meglio di un significato.

L'atteggiamento soggettivo e interpretativo di colui che osserva e la sua esperienza del mondo lo conducono a riconoscere un paesaggio (fig. 10).

L'idea di paesaggio ha sempre oscillato tra due opposte polarità: tra contemplazione estetica e scienza, tra la soggettività e l'oggettività. È nel rapporto di mediazione tra soggetto e oggetto che il primo elabora la rappresentazione del territorio in paesaggio, quindi ini-

zia a formarsi una idea del paesaggio come frutto di un processo mentale dell'uomo, in cui esperienza e immaginazione diventano inseparabili³³.

La percezione del paesaggio e le immagini che ne sono espressione, non rispondono mai a una presunta “oggettività”, ma sono il risultato della complessa dimensione immateriale che lega l'uomo all'ambiente, mediata da una cultura e dai suoi dispositivi³⁴.

In fin dei conti il paesaggio si può intendere anche [...] come intersezione fra tale soggetto e oggetto, e che l'operazione più consapevole che si possa compiere a riguardo è interrogarsi sulle modalità di tale intersezione³⁵.

La Carta di Napoli (1999), abbandonando il concetto di bellezza naturale, riconosce una pluralità di significati e molte-

plici interpretazioni, in cui la complessità semantica risulta essere una ricchezza e un valore aggiunto. Essa afferma che

[...] il paesaggio è considerato talvolta da un punto di vista estetico-visuale come panorama, talvolta da un punto di vista storico-culturale come palinsesto, e talvolta da un punto di vista ecologico come insieme di ecosistemi³⁶.

I differenti documenti che hanno tentato di definire il tema evidenziano la necessità di far riferimento all'interazione tra le componenti fisico-naturali e quelle antropiche, sottolineando il valore relazionale. Tale binomio diventa il fattore chiave tramite il quale leggere i paesaggi, intesi nella loro multiformità. Nei lavori preparatori della Conferenza Nazionale per il paesaggio (1999) si afferma un abbandono della riduttiva impostazione estetico-formale dell'azione di tutela a favore di un approccio scientifico e strutturale. La Carta di Napoli dichiara che è indispensabile

[...] individuare diversi paesaggi in base alle loro caratteristiche strutturali e dinamiche, sottolineando l'importanza di studi effettuati su unità di paesaggio individuate da confini fisico-ambientali e non da confini amministrativi³⁷.

Questo ha una enorme ripercussione sul rapporto paesaggio-rappresentazione, poiché si esige la conoscenza di alcuni argomenti propri della disciplina paesaggistica (come le unità di paesaggio) e la consapevolezza di cosa vuol dire leggere lo spazio antropizzato attraverso i confini fisico-ambientali (fig. 11). A tal proposito, l'esempio del Piano del Parco dell'Appia, quale studio condotto da Vittoria Calzolari dal 1973 al 1984, mostra chiaramente come i confini amministrativi del parco siano dei segni insufficienti per leggere e comprendere il paesaggio storico romano presente in esso. I segni naturali, infatti, interpretati da chi ha redatto il piano come elementi ordinatori, sono stati prolungati ben oltre i limiti amministrativi, dimostrando e sottolineando come essi siano dei segni imprescindibili per la corretta lettura, analisi e comprensione del paesaggio.

Non si potrà comprendere a pieno quel paesaggio se non si prendono in considerazione i segni d'acqua che si rivelano essere una trama continua, estesa e che va ben oltre i confini amministrativi. È importante capire il nesso tra la porzione e

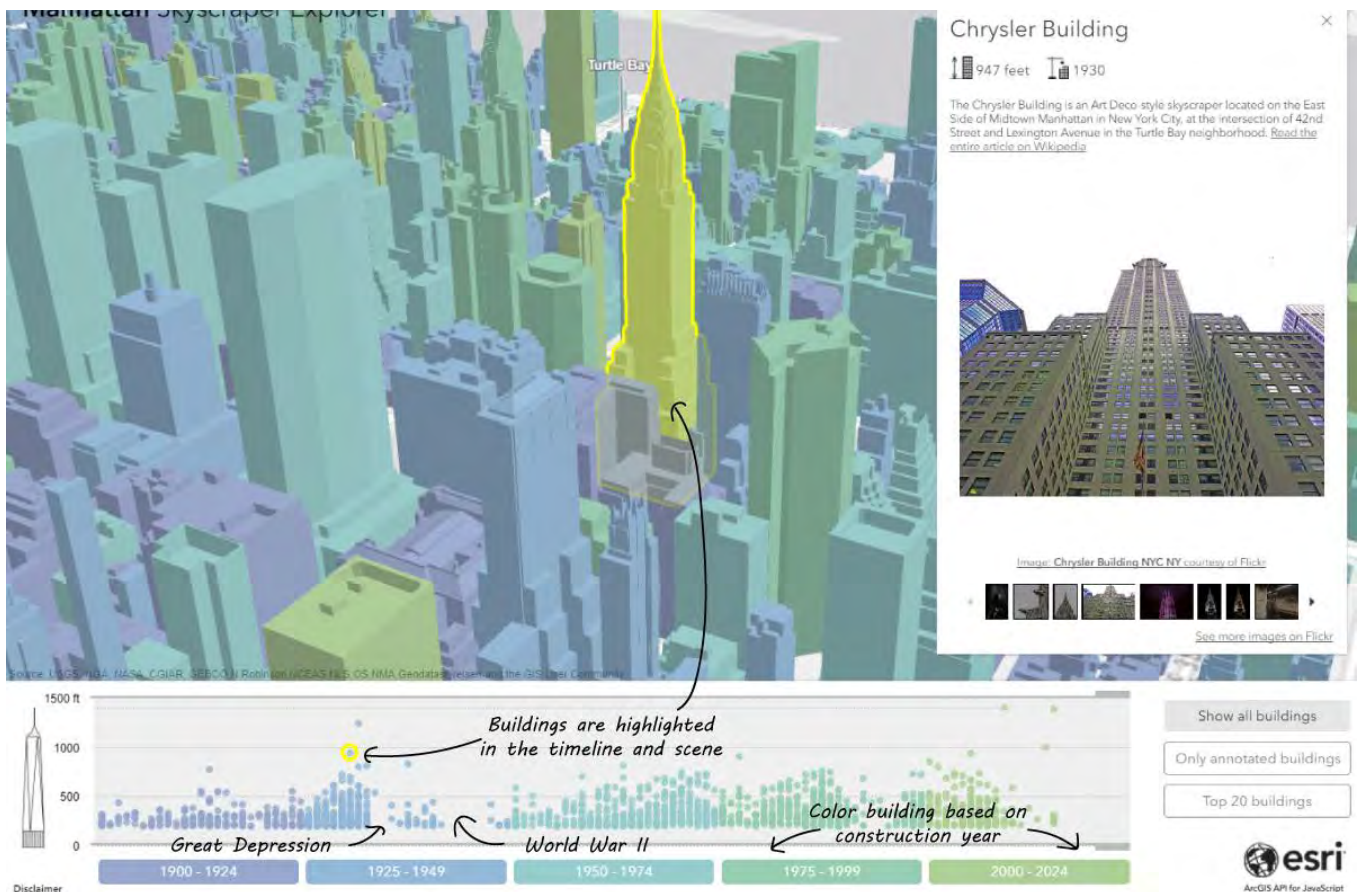
l'intero sistema di cui ogni elemento, naturale o antropico, è parte integrante (fig. 12).

In tali documenti affiora non soltanto il tema delle interrelazioni tra uomo e natura, ma anche quello che riguarda i criteri e le modalità di individuazione dei paesaggi. Entrambi generano delle conseguenze nella sua rappresentazione, poiché non si potrà omettere, nella rappresentazione di una porzione di spazio antropizzato urbano o territoriale, il legame che la traccia antropica ha avuto con la fisicità del territorio. In tal modo, i segni territoriali (idrici, morfologici, vegetazionali) diventano trame grafiche di primaria rilevanza che si svelano come "elementi ordinatori del territorio"³⁸. Permettono di comprendere la struttura territoriale e i modi con cui l'uomo se ne è impossessato, diventando segni grafici in cui vi è un intimo legame tra significato e significante, tra il valore del contenuto paesaggistico e il segno espressivo. Affinché le relazioni tra le componenti del paesaggio siano individuate, dunque rappresentate secondo il loro giusto valore, è opportuno che siano considerate nella loro integrità e completezza, nonché nella loro unità sistemica, ossia inserite nel sistema di cui fanno parte. È evidente che l'individuazione, la lettura e la rappresentazione del paesaggio sono fasi del processo di comprensione dei contesti in cui viviamo.

1.3.3 Documenti dal 2004 al 2018: verso i sistemi informativi

Nella normativa più recente, dal 2005 ad oggi, non c'è un sostanziale cambiamento nella definizione dell'idea di paesaggio. Dopo vent'anni dalla Conferenza nazionale per il paesaggio, nel 2017 giunse il momento di una valutazione sullo stato del paesaggio italiano, voluto e interpretato dal Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo come una vera e propria diagnosi. Esso ha riguardato l'organizzazione di due giornate, gli *Stati generali del paesaggio* (2017), con un intenso dibattito sul tema della difesa del paesaggio.

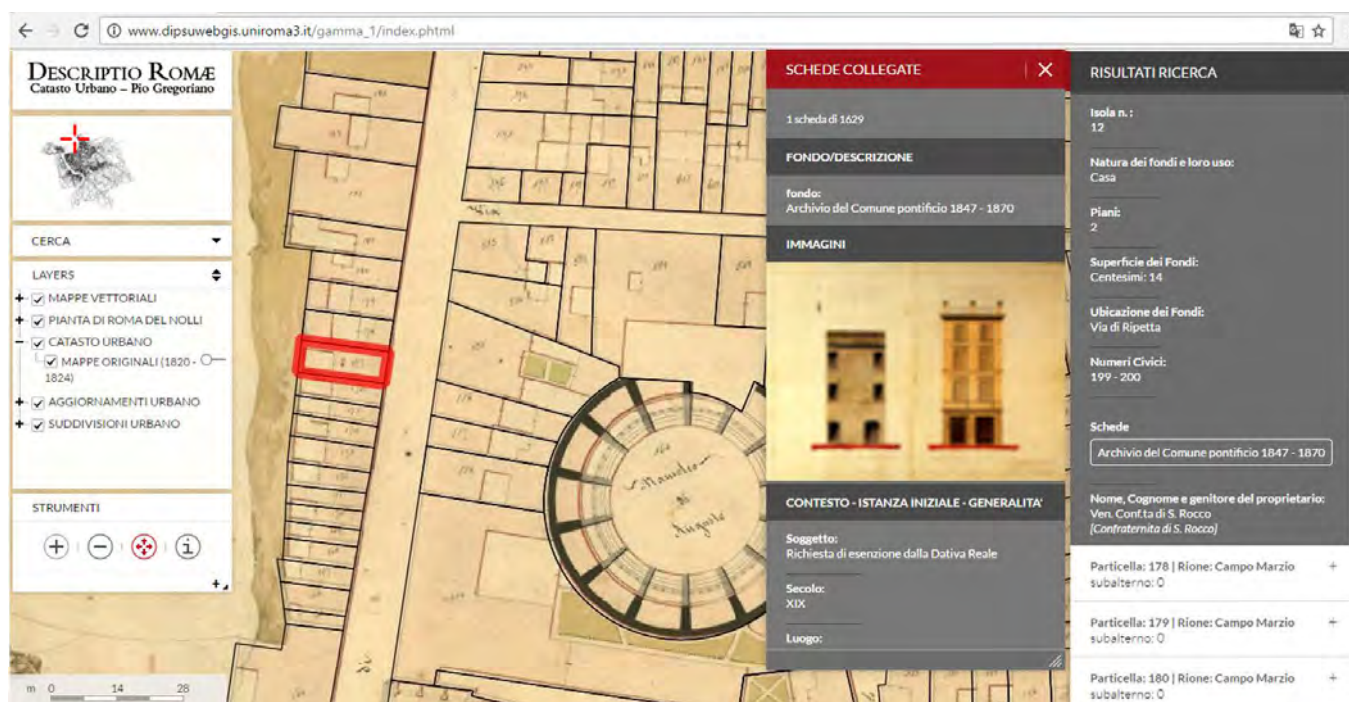
Ad essi sono stati affiancati: il *Rapporto sullo stato delle politiche del paesaggio* (2017), che descrive lo stato attuale delle politiche per il paesaggio in Italia, e la *Carta nazionale del paesaggio* (2018) che descrive le criticità. È evidente un percorso sul tema "paesaggio" ponderato e sviluppato nel tempo, il quale ha coinvolto la politica producendo un dibat-



13/ Applicazione web “Manhattan Skyscraper Explorer” sviluppata da Nicola Raluca nel 2017. Modello 3d apparato informativo e fotografico provenienti da Wikipedia, Flickr e dal Dipartimento di Tecnologia e Telecomunicazioni di New York. (Immagine tratta da www.esri.com).

tito e una riflessione sul suo significato, il suo ruolo e la sua portata. Il *Rapporto sullo stato delle politiche del paesaggio*, gli *Stati generali del paesaggio* e la *Carta nazionale sul paesaggio* sono dei documenti in cui si ribadisce il significato espresso nelle leggi precedenti, le quali hanno davvero delineato un punto di svolta nella concezione e nell’approccio al tema. In essi si trattano le questioni della salvaguardia, della valorizzazione e dello stato di salute del paesaggio in Italia, basandosi sui dati numerici, sulle normative di tutela e sulle modalità di gestione. In tali considerazioni compaiono citate

le nuove modalità contemporanee di rappresentazione legate ai concetti di modello, informazione e rete. L’utilizzo di sistemi informativi geografici è auspicato nei documenti da molteplici relatori, poiché considerati uno strumento basilare e necessario nella pubblica amministrazione per la gestione dello spazio urbano e territoriale. I temi della lettura dell’organizzazione spaziale e della valorizzazione del patrimonio sono affiancati all’uso di tecnologie innovative. Si dichiara il loro potenziale come fattore di arricchimento nella tutela, conservazione e valorizzazione del patrimonio.



14/ Webgis Descriptio Romae, responsabile: Micalizzi Paolo, 2017.
La rappresentazione vettoriale, unitamente all'immagine, all'informazione storica, al documento diventa dato, in modo tale che la rappresentazione della città sia filtrata da esso, fornendo informazioni multiple e multiformi. (Immagine tratta da www.dipsuwebgis.uniroma3.it).

1.4 Modello, rete, informazione

Franco Farinelli, nel *Rapporto sullo stato delle politiche del paesaggio*, sostiene che

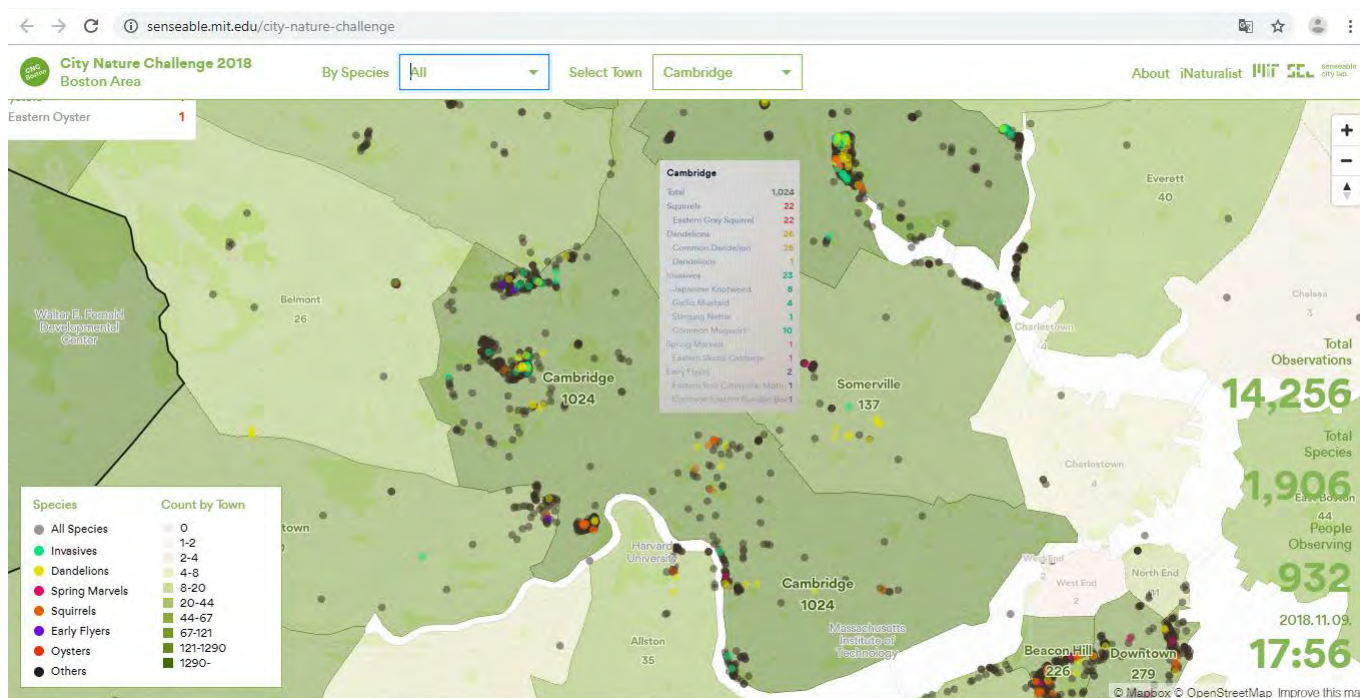
[...] il paesaggio è un modello la cui natura è immateriale come tutti i modelli, non è un insieme di cose ma una maniera di guardarle e concepirle, una modalità di rapporto con esse³⁹.

I suoi costrutti teorici, a partire dalla distinzione dei concetti di "senso" e "significato"⁴⁰, ragionano criticamente sulle nozioni di "spazio" e "luogo" e il loro avvicinarsi dall'epoca moderna fino alla contemporaneità della globalizzazione. La costruzione dello Stato Moderno fu resa possibile grazie

al modello di spazio di Euclide, caratterizzato dalla fissità del soggetto, dalla separazione tra soggetto e oggetto e dalla standardizzazione di ogni porzione della Terra la cui relazione si fonda su distanza metrica, tempo e velocità.

La globalizzazione e la rete, basate sulla mobilità del soggetto e sulla scomparsa della separazione tra soggetto e oggetto, hanno messo in crisi le fondamenta di quel modello spaziale. Si ha la ricomparsa dei luoghi, ossia quelle porzioni che, al contrario dello spazio metrico lineare che è sempre uguale a se stesso, hanno delle caratteristiche qualitative uniche ed esclusive, cosicché

[...] il luogo è l'opposto dello spazio, e il paesaggio è la forma del luogo [...] (quindi il paesaggio può essere un) modello strategico



15/ City Nature Challenge 2018, responsabili: Ratti Carlo, de Souza Priyanka, Seiferling Ian, So Wonyoung, MIT, Senseable City Laboratory. Mappa delle osservazioni vrealizzata con i dati forniti dai cittadini che assumono un ruolo attivo nella rappresentazione e gestione dei dati. (Immagine tratta da www.senseable.mit.edu/city-nature-challenge).

per la comprensione del funzionamento del mondo al tempo della globalizzazione: un mondo che oggi funziona per luoghi piuttosto che secondo la logica dello spazio⁴¹.

Se per tutta la Modernità la concezione del modello con cui si rappresentava la Terra è stata la mappa, fondata sulle categorie di spazio/tempo, oggi nell'era della globalizzazione, in cui il modello cartografico è stato messo in discussione, qual è il modello con cui concepiamo e rappresentiamo il mondo?

Le varie modalità contemporanee di rappresentazione del paesaggio coniugano la Rappresentazione all'Informazione, attraverso l'immagine dell'oggetto rappresentato, che può essere bidimensionale o tridimensionale, che è accompagnata da una serie di informazioni sia descrittive che grafiche⁴².

L'insieme, costituito dall'immagine e dal dato, non è statico, bensì dinamico poiché l'utente può interagire con la mappa, selezionando il tipo di informazione e, di conseguenza, tracciando la propria analisi (figg.13-14)

Gli esempi di applicazioni web, web-gis, piattaforme che usano i big-data mostrano quanto la Rappresentazione vada oltre la descrizione del territorio e la raffigurazione degli spazi urbani in senso fisico, poiché si ha una rappresentazione delle attività umane e del loro modo di percepire e interpretare l'esistente⁴³.

Rappresentazione grafica, dato quantitativo, attività antropica, movimento e tempo sono racchiusi in un'unica rappresentazione. Essa, nelle piattaforme che impiegano i big-data, diviene una rete di informazioni stratificate che si sviluppa al



16/ *Roboat*, responsabili: Carlo Ratti, Fábio Duarte, Lenna Johnsen, Ian Seiferling, Louis Charron, Irene de la Torre Arenas, MIT, Senseable City Laboratory. Questo progetto visualizza il traffico dell'imbarcazione nei canali di Amsterdam utilizzando i dati di MarineTraffic. (Immagine tratta https://senseable.mit.edu/roboat_summer_day/).

ritmo incalzante della nostra contemporaneità (figg. 15-16). In tal modo si ha un duplice livello nella rappresentazione: il primo è pertinente alla singola esperienza di ogni singolo cittadino, mentre il secondo riguarda l'insieme, la totalità e la complessità dei dati (grafici e informativi) che rendono la mappa non soltanto una semplice raffigurazione bidimensionale, bensì una rappresentazione dinamica che cresce e si evolve continuamente come testimonianza del nostro modo di fruire il mondo.

La rappresentazione offre dei modelli di sintesi della realtà che va analizzata e sondata. Tali modelli possono essere riversati in differenti sistemi informativi. La rappresentazione, declinandosi nei vari ambiti della realtà da esaminare, docu-

mentare, rilevare, progettare, tra cui il paesaggio, può essere esplorata da molteplici punti di vista pur conservando la sua autonomia.

I contenuti trattati in questa sede, coinvolgendo campi di interessi contemporanei e questioni più ampie, hanno mosso la ricerca in oggetto. Essi sono qui discussi in un quadro generale, mentre sono dibattuti in modo maggiormente approfondito nei successivi capitoli.

Note

- 1 Venturi Ferriolo 2009, p. 13.
- 2 Olwig 1996, p. 633.
- 3 Tosco 2007, p. 23.
- 4 Camporesi 1992, p. 57.
- 5 Nel Trattato della Pittura di Leonardo la parola *paesi* è usata ad indicare una relazione di molteplici componenti: “63. Modo d’aumentare e destare l’ingegno a varie invenzioni. [...] Ma fa prima di sapere ben fare tutte le membra di quelle cose che vuoi figurare, così le membra degli animali come le membra de’ paesi, cioè sassi, piante e simili.” Oppure: “861. Degli alberi e loro lume. Il vero modo da pratico nel figurare le campagne, vo’ dire paesi colle loro piante, si è dell’eleggere che il cielo sia occupato dal sole, acciocché esse campagne ricevano lume universale e non il particolare del sole, il quale fa le ombre tagliate ed assai differenti dai lumi. Oppure: “900. De’ paesi. Sono i paesi chiari in sul principio, perché tu vedi infra le cime degli alberi e prati ed altri spazi ed intervalli delle piante.”
- 6 Leonardo, 50 preceetto.
- 7 Bravo 2010, p. 156.
- 8 Tosco 2007, p. 23.
- 9 Farinelli 2013, p. 1.
- 10 Cianci 2008, pp. 40-49.
- 11 Farinelli 1991, p. 10.
- 12 Farinelli 2018, p. 45.
- 13 Farinelli 1992, p. 205.
- 14 Biasutti 1947, p. 3.
- 15 Gambi 1961, p. 166.
- 16 Sestini 1963, p. 9.
- 17 Vecchio 2017, p. 225.
- 18 Calzolari 1974, p. 73.
- 19 Assunto 1980, p. 50.
- 20 Legge 20 giugno 1909, n. 364, *Per le antichità e le belle arti*. L’art. 1 dichiara che essa era destinata a “le cose immobili e mobili che abbiano interesse storico, archeologico, paleontologico, paleontologico o artistico”. Successiva modifica con la legge 23 giugno 1912 n. 688. L’art. 1 esplicita che essa era destinata a “ville, ai parchi ed ai giardini con interesse storico o artistico”.
- 21 Per la sequenza della normativa nazionale e internazionale di riferimento si veda l’Appendice finale, in cui sono riportate le leggi, gli articoli, brevi spiegazioni e i riferimenti bibliografici relativi.
- 22 A tal proposito, la relazione di Benedetto Croce al d.d.l. del 1920 chiarisce la visione estetica: “Certo il sentimento, tutto moderno che si impadronisce di noi allo spettacolo di acque precipitanti nell’abisso, di cime nevose, di foreste secolari, di belle riviere, ha la medesima origine del godimento di un quadro dagli armonici colori, all’audizione di una melodia ispirata, alla lettura di un libro fiorito d’immagini e di pensieri. E se dalla civiltà moderna si senti il bisogno di difendere, per il bene di tutti, il quadro, la musica, il libro, non si comprende perché si sia tardato tanto ad impedire che siano distrutte o manomesse le bellezze della natura, che danno all’uomo entusiasmi spirituali così puri e sono in realtà ispiratrici di opere eccelse”. (<https://ecologia-liberale.blogspot.com/2014/11/la-primalegge-di-tutela-del-paesaggio.html>). Consultato il 07 marzo 2020.
- 23 “Per secoli, almeno per tutta l’Età Moderna, la percezione del paesaggio è stata prevalentemente incardinata in un punto di vista fisso, a cui nel tempo sono state associate diverse chiavi interpretative: una dimensione estetica legata alla contemplazione visiva, ma allo stesso tempo un punto di stazione privilegiato, da cui muovere al governo dello spazio e alle sue trasformazioni alla scala urbana e territoriale. Così la percezione visiva, mediata dalla sua rappresentazione in prospettiva, vincolata alla visione fissa del soggetto, ha costituito a lungo il paradigma dominante di fruizione e di controllo di un paesaggio bello e ordinato allo sguardo, laddove il punto di vista ha svolto il ruolo di momento regolatore anche per la sua costruzione e la sua rappresentazione”. Salerno 2012, p. 55.
- 24 Si attribuisce l’invenzione del panorama a Robert Barker, intendendo una raffigurazione paesistica dipinta sulla faccia interna di una superficie cilindrica, in modo che l’osservatore posto al centro di essa, e in posizione leggermente rialzata, abbia l’illusione, rafforzata mediante l’ausilio di luci adatte e di elementi plastici disposti sul pavimento, di trovarsi circondato da un paesaggio vero. (<https://www.treccani.it/vocabolario/panorama/>). Consultato il 09 marzo 2020.
- 25 Bagagli 1992, pp. 35-42. Dubbini 1994, p. 61. Salerno 2018, p. 34.
- 26 Farinelli 2003, pp. 12-13.
- 27 Per la nozione giuridica di paesaggio si veda l’articolo Carpentieri Paolo, 2004. La nozione giuridica di paesaggio. *Rivista trimestrale di diritto pubblico*, 2/2004, pp. 363-424. In esso si sottolinea la valenza culturale del concetto “paesaggio” secondo una tradizione storica italiana, oltre a chiarire le varie locuzioni “paesaggio”, “bene paesaggistico”, “bene ambientale”.
- 28 “La legge Galasso del 1985 considera “paesaggio” l’insieme

dei segni della natura, e l'insieme dei segni della sedimentazione dei processi storico insediativi ed economico- culturali, cioè paesaggio come dimensione visibile dell'ambiente antropizzato, secondo una logica sistemica. Tutelare il paesaggio vuol dire allora tutelare non tanto il "bel paesaggio" ma un determinato paesaggio con le sue specificità, con l'insieme di segni, naturali ed antropici, e con le relazioni che lo compongono." Cavezzali, Odevaine 1999, p. 24.

29 Convenzione Europea sul Paesaggio 2000, art. 1.

30 Calzolari 2000, p. 56.

31 Farinelli 2018, p. 45.

32 Casale 2019, p. 27.

33 Salerno 2018, p. 33.

34 *Ididem*

35 Vecchio 2017, p. 226.

36 Carta di Napoli 1999, p. 4.

37 *Ivi*, p. 1.

38 Calzolari 2000, p. 49.

39 Farinelli 2018, p. 45.

40 Farinelli 2013 p. 227.

41 Farinelli 2018, p. 47.

42 Cfr. Salerno 2019, pp. 23-32. Salerno 2017, pp. 11-21. Salerno 2012, pp. 1-132.

43 "Dall'inizio degli anni Ottanta del Novecento la crescita incrementale del sistema dei flussi elettronici, che veicolano in tempo reale le informazioni, hanno cominciato a riconfigurare lo spazio topografico-euclideo, istituendo nuove connessioni tra questo e la molteplicità dei luoghi, generando modelli di spazio e di luogo. Dunque la produzione di informazioni volontarie riportate su mappe individuali e collettive da parte di gruppi di persone, registra usi, preferenze, idee, immagini, inducendo a spostare la nostra attenzione oltre la dimensione fisica delle trasformazioni urbane in direzione delle potenzialità che la rete può offrire. [...] Le categorie tradizionali di spazio e tempo non appaiono pertanto più significative e l'apparenza dei luoghi e la loro descrizione topografica tradizionale in definitiva non riesce più a produrre spiegazioni convincenti". Salerno 2012, p. 93.

*"E, in effetti, nella prospettiva che abbiamo esposto,
è evidente che il fondamento
di ogni pianificazione non può essere più la città,
ma questo fondo territoriale
al quale la prima deve essere subordinata".*

André Corboz

Il territorio come palinsesto. Casabella, 516, 1985, p. 27.

2. Stato dell'arte: Geographic Information System e Information Modeling

2.1 Introduzione

La principale finalità del presente capitolo è quella di delineare una panoramica sullo stato delle conoscenze relative ai sistemi informativi utilizzati nell'analisi, nella conoscenza, nella rappresentazione e nel progetto dei paesaggi urbani e territoriali, quali il *Geographic Information System* e l'*Information Modeling*.

Le tematiche maturate nei successivi paragrafi circoscrivono un'impalcatura teorica al fine di porre e di giustificare scientificamente gli argomenti e le sperimentazioni sviluppate nella tesi. Nel secondo paragrafo è illustrata una breve panoramica sulla nascita del GIS e alcune definizioni note in letteratura. Nel terzo paragrafo sono presentati casi che illustrano quanto il GIS sia un sistema consolidato nell'analisi e nella conoscenza del patrimonio urbano e territoriale culturale.

Il GIS costituisce oramai da decenni una metodologia applicata in vasti campi di interesse (architettonico, urbanistico, paesaggistico, infrastrutturale) grazie all'analisi e alla visualizzazione dei dati, alla creazione di mappe, alla gestione di informazioni appartenenti alle città e al territorio. Tuttavia, il GIS è in continua evoluzione grazie all'avanzamento tecnologico e alla crescente disponibilità degli *open data* da parte di enti pubblici.

Fissato, dunque, un primo prospetto su tale questione, si passa alla disamina di studi che cercano di associare gli aspetti cartografici, mappali e bidimensionali su vasta scala a modelli architettonici tridimensionali, rivelando criticità e potenzialità. L'intento è capire quanto siano indagate le sue potenzialità di analisi e rappresentazione tridimensionale, sulla base delle metodologie, delle procedure, della tecnologia e dei campi di applicazione di tale argomento.

Questo dimostra quanto una parte della comunità scientifica abbia necessità di coniugare le due polarità di approccio, con l'obiettivo di giungere ad una maggiore conoscenza dei luoghi, ad una più intensa comprensione dei singoli ma-

nufatti e ad una maggiore consapevolezza del legame che intercorre tra il singolo bene e il contesto in cui si è originato. In tali filoni di ricerca l'unione di dati bidimensionali e dati tridimensionali e l'integrazione di differenti scale di intervento sono finalizzate ad una conoscenza completa del patrimonio culturale.

Nel quinto paragrafo si illustra lo stato delle conoscenze riguardo l'*Information Modeling* per l'architettura del paesaggio, tema divenuto centrale nel settore dopo che il corpo professionale ha avviato un dibattito etico e politico a riguardo. Nel sesto paragrafo sono presentate le iniziative degli enti e delle organizzazioni internazionali verso quest'ultimo argomento, il cui scopo è definire una classificazione gerarchica uniformata a livello internazionale, oltre agli aspetti puramente tecnici.

Considerati i vasti campi di interesse e di applicazione e i differenti ambiti scientifici che si occupano delle tematiche di cui sopra, in questo studio sono proposti soltanto gli esempi che rappresentano, secondo il punto di vista dell'autrice, una testimonianza rilevante per l'esplicitazione e la delimitazione degli argomenti di cui tratta la tesi.

2.2 GIS: breve panoramica e definizioni

Gli argomenti relativi al *Geographic Information System* sono oggetto di studio dagli anni Sessanta del XX secolo da parte di geografi e di cartografi.

È bene ricordare che a partire dalla seconda metà del XX secolo si è verificata una significativa evoluzione nel settore tecnologico che ha contribuito a generare un processo di trasformazione della società, del modo di lavorare e rapportarsi con il mondo.

Tale cambiamento ha coinvolto anche le scienze cartografiche e geografiche, grazie ai primi calcolatori che hanno favorito

nuove modalità di approcciare l'analisi spaziale e la gestione delle città e del territorio¹.

Le amministrazioni pubbliche statunitensi, canadesi, inglesi e francesi hanno iniziato ad interessarsi a tale sistema poiché permetteva una gestione della città grazie all'informazione geografica. Esempi a riguardo sono stati quello di Chicago e Seattle del 1959 per il controllo dei flussi di traffico, quello inglese del 1960 per la stima dei censimenti².

Tuttavia, il *Canada Geographic Information System* del 1963, sviluppato da un team IBM sotto la guida di Roger Tomlinson, è stato la prima esperienza che ha usato ufficialmente la terminologia GIS, il cui obiettivo era la classificazione delle risorse ambientali del Paese. Esso rientrava in uno studio governativo più ampio riguardante gli usi e le capacità della terra canadese, denominato *Canada Land Inventory*, il quale aveva come scopi un utilizzo più efficace del suolo, la conservazione del territorio e il supporto per la gestione delle risorse naturali³.

Sebbene l'interesse per tale campo sia stato attestato al primo momento dagli ambienti militari e governativi (soprattutto statunitensi), lo sviluppo determinante del GIS è stato procurato da esigenze economiche, industriali, commerciali e decisionali. Contemporaneamente, anche gli ambienti universitari hanno cominciato a compiere sperimentazioni a riguardo. Si pensi alla nascita dell'*Harvard Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis* nel 1965, il quale ha prodotto SYMAP⁴, uno dei primi programmi per la realizzazione automatizzata di cartografie, il quale consentiva di generare semplici mappe tematiche ed elaborare dati geografici.

Oppure si pensi al centro di ricerca *Environmental System Research Institute* (ESRI) formato nel 1969 negli USA, il quale è poi diventato una delle maggiori imprese commerciali al mondo. L'origine di tali organizzazioni, l'istituzione di enti cartografici nazionali, sia negli USA e sia in Europa, e le continue sperimentazioni negli istituti universitari hanno favorito la crescita e l'espansione della tecnologia GIS⁵.

Il GIS è un sistema in grado di integrare informazioni geografiche, informazioni descrittive e informazioni geometriche. Numerose sono le definizioni in letteratura poiché è difficile dare una definizione univoca. Ciò deriva dal fatto che è usato in numerosi campi, che coinvolge differenti aree disciplinari e che ci sono molti modi per specificare e classificare gli oggetti. Tuttavia, la ragione principale per cui è stato arduo

fornire una definizione è dipesa da un dibattito accademico finalizzato a stabilire quale sia il *focus* centrale del GIS: alcuni sostengono che siano l'*hardware* e il *software*, altri indicano che sia il processo delle informazioni, altri individuano le applicazioni⁶. Di seguito sono proposte alcune celebri definizioni presenti in letteratura.

Il *Department of Enviroment* della Gran Bretagna lo spiega come "un sistema per l'acquisizione, l'archiviazione, il controllo, la manipolazione, l'analisi e la visualizzazione di dati riferiti spazialmente alla Terra"⁷.

Parker lo specifica come "una tecnologia di azione che memorizza, analizza e visualizza dati spaziali e non spaziali"⁸.

Smith *et al.* lo indicano come "un sistema di database in cui la maggior parte dei dati sono indicizzati spazialmente e su cui ha operato un insieme di procedure per rispondere alle domande sulle entità spaziali nel database"⁹.

Ozemoy, Smith e Sichertman lo qualificano come "un insieme automatizzato di funzioni che fornisce ai professionisti capacità avanzate per l'archiviazione, il recupero, la manipolazione e la visualizzazione di dati localizzati geograficamente"¹⁰. Burrough lo definisce "un potente set di strumenti per acquisire, archiviare, estrarre, trasformare e visualizzare dati spaziali dal mondo reale"¹¹.

Da queste enunciazioni si evidenziano quattro fattori facenti parte del sistema informativo¹²: il dato spaziale, ossia geometricamente definito; il dato non spaziale, ossia descrittivo tramite numeri e testi; il database per l'archiviazione; la localizzazione geografica sulla superficie della Terra. È, quindi, un sistema che ha le caratteristiche di archiviazione di un database digitale, le potenzialità di disegno dei CAD, la capacità di elaborare e trasformare i dati al suo interno in nuove informazioni, la capacità di georeferenziare elementi. È uno strumento che consente di gestire elevate quantità di dati riguardanti oggetti, fenomeni oppure eventi appartenenti alla città e al territorio.

Martone¹³ scrive che il GIS è un sistema di rappresentazione della realtà poiché consente, a differenza dei CAD, di aggiungere alle informazioni puramente geometriche la posizione geografica e ulteriori informazioni descrittive che, pur non potendo essere riportate in forma simbolica, possono essere raffigurate tramite gli attributi associati.

Maguire¹⁴ sottolinea tre aspetti (mappa, database e analisi spaziale) i quali, a seconda del punto di vista e dell'obiettivo

dell'utente, possono predominare senza essere in contrasto l'uno con l'altro.

GIS è una tecnologia collaudata e le operazioni di base oggi forniscono appoggi sicuri e consolidati per la misurazione, la mappatura e l'analisi del mondo reale. Il campo del GIS riguarda la descrizione, la spiegazione e la previsione di modelli e processi su scale geografiche. GIS è una scienza, una tecnologia, una disciplina e una metodologia di *problem solving* applicata¹⁵.

Altri autori come Goodchild e Reitsma sottolineano i valori scientifici che devono essere alla base della metodologia.

Goodchild¹⁶ affronta i temi dell'informazione geografica presentando otto contenuti che, secondo lui, questa scienza dovrebbe affrontare: l'acquisizione dei dati, la quantificazione, le statistiche geografiche e l'analisi di posizione, la modellazione spaziale, le infrastrutture di dati, gli algoritmi e le procedure, la visualizzazione, il processo decisionale. Pur non fornendo una definizione, egli ha dato un contributo importante nel considerare l'informazione geografica una scienza e non soltanto uno strumento o un sistema¹⁷.

Reitsma¹⁸ aggiunge che il nucleo centrale di questa scienza sia capire come trasformare i dati spaziali in pensiero o conoscenza geografica.

I campi di applicazione sono vasti: analisi urbana e territoriale, pianificazione, gestione delle città, monitoraggio di ambiti specifici come agricoltura oppure sanità pubblica, si pensi alla piattaforma web-GIS sul monitoraggio della pandemia Covid-19¹⁹.

2.3 Sistemi informativi geografici per la conoscenza del patrimonio urbano e territoriale

L'analisi della città e la conseguente rappresentazione dei dati acquisiti sono una questione dibattuta e ancora aperta. Quando la quantità dei dati da coordinare è numerosa e la loro qualità è composita, occorre uno strumento in grado di interrelare informazioni multiformi. In questa ottica, un sistema informativo nasce "dall'esigenza di dotarsi di uno strumento che si pone quale supporto dell'attività di razionalizzazione, riorganizzazione e approfondimento della conoscenza del patrimonio"²⁰.

Segue la presentazione di alcuni studi in cui le applicazioni GIS sono utilizzate in ricerche sull'analisi della città storica, sulle trasformazioni urbane, sull'identificazione delle relazioni tra manufatti architettonici e contesto, sulla comprensione della strutturazione territoriale (figg. 1-2). In tali ricerche il sistema informativo geografico è utilizzato nella sua connotazione mappale bidimensionale.

La ricerca di Ferrighi²¹ sul sistema informativo delle trasformazioni urbane di Venezia mostra una metodologia basata sull'indagine documentale e archivistica; sulla catalogazione e creazione di due dataset, alfanumerico e geografico, poi integrati tra loro. Il processo per lo studio delle trasformazioni è articolato in più passaggi tramite tecnologie ESRI per la creazione del database e per la georeferenziazione dei dati. L'inserimento di attributi relativi alle datazioni dei manufatti evidenzia come sia possibile condurre un'analisi sulla dimensione temporale.

Bruno *et al.*²², prendendo come dato di origine la cartografia storica, si pongono come obiettivo la costruzione di un GIS dei catasti storici di Parma, attraverso la georeferenziazione delle mappe storiche, la vettorializzazione delle medesime e la definizione della struttura del database con l'inserimento delle voci descrittive. A questo è seguita una comparazione tra il catasto storico e la CTR attuale per ragionare sulle modificazioni urbane avvenute nel tempo.

Tale studio si inserisce in una ricerca più ampia dell'Università di Parma finalizzata a leggere la strutturazione dell'insediamento della città storica, i legami tra le trame naturali e gli edifici, le trasformazioni architettoniche e funzionali degli edifici e dei luoghi pubblici, le relazioni che intercorrono tra le infrastrutture e i complessi architettonici.

Nella ricerca di Vernizzi²³ si comprende quanto il sistema informativo abbia il valore di aggregatore di numerosi dati eterogenei provenienti da fonti differenti. Nello specifico, la ricerca verte sulla formazione del Piano di Ricostruzione relativo al comune di Navelli (AQ), interessato dal sisma del 2009. Esso ha necessitato di un'estesa operazione di indagini e di studi preliminari che hanno condotto alla elaborazione del materiale di appoggio per la pianificazione. I dati di rilievo topografico, diretto e fotogrammetrico sono stati indirizzati non soltanto agli aspetti geometrico-dimensionali ma anche alla comprensione delle relazioni tra gli aspetti distributivi, conformativi, costruttivi. I dati restituiti sono convogliati in

1/ Tabella dei contributi di riferimento per la conoscenza del patrimonio urbano e territoriale tramite GIS

Anno	Autori	Titolo contributo	Tipologia	Titolo pubblicazione	Indagine/applicazione/ metodologia	Campo	
1	2019	Dovarch Barbara, Tedeschi Loredana Francesca	Co-mapping e GIS: codificare il racconto dello spazio	Rivista	<i>Archivio di Studi Urbani e Regionali</i> , XLX, 125, 2019, pp. 68-92, doi: 10.3280/ASUR2019-125004.	Mappatura partecipata.	Mappatura, gestione del territorio, pianificazione
2	2019	Gómez-Blanco Pontes Antonio J., Reinoso Gordo Juan Francisco, Acale Sánchez Fernando	An unpublished cartography of Granada (Spain) from the beginning of the XXt century: bases for its data integration in a GIS	Rivista	<i>DisegnareCON</i> , 12, 22, 2019, pp. 1-12.	Indagine sulla mappa di Granada del 1909: _digitalizzazione della carta storica _georeferenziazione e vettorializzazione della carta _confronto tra questo e l'ortofoto della città contemporanea.	Lettura dei tessuti edilizi e delle trasformazioni urbane
3	2019	Spasiano Andrea, Nardi Fernando	Dashboard webGIS per omogeneizzare ed analizzare gli Open Geo Data dei piani di assetto territoriale, idrogeologico e paesaggistico nel Lazio	Rivista	<i>GEOMedia</i> , 2, 2019, pp. 38-39.	Mappatura del Piano Territoriale Paesaggistico Regionale del Lazio e del Piano di Assetto Idrogeologico: _omogeneizzazione dei dati _mappatura _realizzazione di un applicativo web.	Mappatura, gestione del territorio, pianificazione
4	2019	Vernizzi Chiara, Zerbi Andrea	La rappresentazione dell'ambiente urbano. Dal rilievo della città esistente alla rappresentazione dell'immateriale	Rivista	<i>Disegno</i> , 5, 2019, pp. 117-128.	Teorico sulla rappresentazione dell'ambiente urbano.	Rappresentazione dell'ambiente urbano
5	2017	Ture Davide Giuseppe	Applicazione dei sistemi GIS nel verde urbano. L'esperienza della città di Torino	Rivista	<i>GEOMedia</i> , 6, 2017, pp. 40-43.	Calcolo, censimento e stima dei costi di manutenzione delle aree verdi della città di Torino.	Gestione della città
6	2016	Bruno Nazarena, Previtali Mattia, Barazzetti Luigi, Brumana Raffaella	A virtual hub brokering approach for integration of historical and modern maps	Atti di convegno	In Halounova L., Šafář V., Jiang J. (eds.). <i>The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. XXIII ISPRS Congress (Praga 12-19 luglio 2016)</i> . vol. XLI-B4, 2016, pp. 163-170, doi:10.5194/isprsarchives-XLI-B4-163-2016.	GIS dei catasti storici di Parma: _georeferenziazione delle mappe storiche _vettorializzazione delle mappe _creazione del database _comparazione tra i catasti storici e la CTR attuale.	Lettura dei tessuti edilizi e delle trasformazioni urbane

1/ Tabella dei contributi di riferimento per la conoscenza del patrimonio urbano e territoriale tramite GIS.

1/ Tabella dei contributi di riferimento per la conoscenza del patrimonio urbano e territoriale tramite GIS

Anno	Autori	Titolo contributo	Tipologia	Titolo pubblicazione	Indagine/applicazione/ metodologia	Campo	
7	2016	Ferrighi Alesandra	VISU. Il sistema informativo integrato sulle trasformazioni urbane di Venezia	Rivista	<i>GEOMedia</i> , 3, 2016, pp. 44-49.	Sistema Informativo per le trasformazioni di Venezia: _indagine documentale e archivistica _creazione del database _georeferenziazione dei dati _definizione degli attributi relativi alle datazioni dei manufatti.	Letture dei tessuti edilizi e delle trasformazioni urbane
8	2016	Parrinello Sandro	I database e i sistemi di gestione dati georeferenziati GIS, applicazioni per il rilievo e per il progetto	Capitolo in volume	In Bertocci Stefano, Bini Marco (a cura di). <i>Manuale di rilievo architettonico e urbano</i> . Torino: Città Studi, pp. 418-423.	Applicazioni GIS per la gestione dei dati e redazione di carte tematiche.	Letture dei tessuti edilizi e delle trasformazioni urbane
9	2016	Pierdominici Francesca	Interazione tra l'ambiente GIS e le tecniche di rilevamento per la conoscenza delle architetture vegetali.	Capitolo in volume	In Sette Maria Piera (a cura di). <i>Il verde nel paesaggio storico di Roma. Significati di memoria, tutela e valorizzazione</i> . Roma: Edizioni Quasar, 2016, pp.133-142.	Indagine delle singole presenze vegetali di Villa Celimontana: _classificazione degli attributi delle essenze arboree _conversione dei dati vettoriali formato .dxf in dati vettoriali in formato .shp _strutturazione in layer con attributi _realizzazione di mappe tematiche con lo stato di salute degli elementi arborei.	Mappatura e gestione del verde urbano
10	2016	Zerbi Andrea	Gli HGIS catastali strumenti di rappresentazione aumentata del paesaggio urbano. Il caso di Parma fra XVIII e XX secolo	Atti di convegno	In Capano Francesca, Pascariello Maria Ines, Visone Massimo (a cura di). <i>Delli Aspetti de Paesi Vecchi e nuovi Media per l'Immagine del Paesaggio</i> . Atti del Convegno CIRICE (Napoli, 27-29 ottobre 2016). Napoli: CIRICE, 2016, vol. 2, pp. 107-116.	GIS dei catasti storici di Parma: _georeferenziazione delle mappe storiche _vettorializzazione delle mappe _creazione del database _comparazione tra i catasti storici e la CTR attuale.	Letture dei tessuti edilizi e delle trasformazioni urbane
11	2016	Vernizzi Chiara	Il rilievo integrato per la rappresentazione dei caratteri del paesaggio urbano. Il caso di Navelli e Civitavecchia (AQ).	Atti di convegno	In Capano Francesca, Pascariello Maria Ines, Visone Massimo (a cura di). <i>Delli Aspetti de Paesi Vecchi e nuovi Media per l'Immagine del Paesaggio</i> . Atti del Convegno CIRICE (Napoli, 27-29 ottobre 2016). Napoli: CIRICE, 2016, vol. 2, pp. 99-107.	Sistema Informativo per il Piano di Ricostruzione del comune di Novelli: _rilievo topografico, diretto e fotogrammetrico _redazione della cartografia di base _creazione del sistema informativo.	Letture dei tessuti edilizi e delle trasformazioni urbane

1/ **Tabella dei contributi di riferimento per la conoscenza del patrimonio urbano e territoriale tramite GIS**

Anno	Autori	Titolo contributo	Tipologia	Titolo pubblicazione	Indagine/applicazione/ metodologia	Campo
12	2015 Bocconcino Maurizio Marco	Integrazione e interazione, la centralità del disegno e dell'informazione. Quando una sola tecnologia non basta più.	Capitolo in volume	In Anna Osello (a cura di). <i>Building Information Modelling - Geographic Information System - Augmented Reality per il Facility Management</i> . Palermo: Dario Flaccovio Editore, 2015, pp. 217-232.	Catasto solare per l'Alta Valle di Non per il calcolo dell'irraggiamento solare.	Settore turistico
13	2015 Bruno Nazarena, Bianchi Giorgia, Zerbi Andrea, Roncella Riccardo	An open-HGIS project for the city of Parma: database structure and map registration.	Atti di convegno	In Brovelli Maria Antonia, Minghini Marco, Negretti Marco (a cura di). <i>Geomatics Workbooks 12</i> . Atti del convegno FOSS4G Europe (Como, 14-17 luglio 2015). Como: Politecnico di Milano, 2015, pp. 189-203.	GIS dei catasti storici di Parma: _georeferenziazione delle mappe storiche _vettorializzazione delle mappe _creazione del database _comparazione tra i catasti storici e la CTR attuale.	Lettura dei tessuti edilizi e delle trasformazioni urbane
14	2015 Del Giudice Matteo	Il GIS per la gestione dei dati alla scala urbana/edilizia	Capitolo in volume	In Osello Anna (a cura di). <i>Building Information Modelling - Geographic Information System - Augmented Reality per il Facility Management</i> . Palermo: Dario Flaccovio Editore, 2015. pp. 259-267.	Sistema informativo 2D per il calcolo dei consumi energetici di un quartiere di Torino.	Gestione della città
15	2010 Ippoliti Elena	Mappe, modelli e tecnologie innovative per conoscere, valorizzare e condividere il patrimonio urbano. Indagini sperimentali di sistemi integrati sul Piceno	Capitolo in volume	In Brusaporci Stefano (a cura di). <i>Sistemi informativi integrati per la tutela, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio architettonico e urbano</i> . MIUR PRIN COFIN 2006. Coordinatore scientifico nazionale Centofanti Mario. Roma: Gangemi, 2010, pp. 240-259.	Indagine conoscitiva del paesaggio storico tra Marche e Abruzzo: _mappatura del centro storico di Appignano del Tronto _realizzazione di carte tematiche dell'uso del suolo alla data del _Catasto Gregoriano, associate ad una texture rasterv _realizzazione di modelli 3d.	Beni urbani e ambientali
16	2009 Giandebiaggi Paolo, Vernizzi Chiara	Rilevare le città. Rappresentare la conoscenza con i sistemi informativi	Atti di convegno	In Gambardella Carmine (a cura di). <i>Le Vie dei Mercanti. Rappresentare la conoscenza</i> . Atti del VII Forum Internazionale Le Vie dei Mercanti (Capri, 4-6 giugno 2009). Napoli: La scuola di Pitagora editrice, 2009, pp. 167-172.	Sistema Informativo del Patrimonio Edilizio dell'Università di Parma.	Patrimonio architettonico

un sistema informativo geografico, considerato il supporto centrale alla pianificazione vera e propria e lo strumento essenziale su cui è stata fondata la composizione e l'elaborazione del Piano di Ricostruzione.

La ricerca di Gómez-Blanco Pontes, Reinoso Gordo e Acalle Sánchez²⁴, basandosi sull'assunto che le fonti cartografiche siano un apporto indispensabile per l'identificazione e la comprensione delle tracce passate, mette in luce quanto il GIS riesca ad evidenziare e rappresentare le relazioni spaziali e le relazioni temporali. La metodologia intrapresa è finalizzata al riconoscimento delle trasformazioni urbane e all'individuazione dei segni labili della città attraverso diversi step: digitalizzazione della carta storica, passaggio dal dato raster al dato vettoriale della medesima, georeferenziazione del dato vettoriale storico, confronto tra questo e l'ortofoto della città contemporanea.

Da questa prima sequenza di ricerche risultano degli obiettivi e delle metodologie comuni.

Gli obiettivi sono l'analisi della città e la conoscenza delle modificazioni avvenute nel corso dei secoli, condotti tramite la lettura dei tessuti urbani e l'individuazione della strutturazione dell'impianto cittadino.

La metodologia impiegata si basa sulla comparazione della cartografia storica con quella attuale all'interno del sistema informativo geografico che ne garantisce la georeferenziazione. Altri studi, invece, usano il GIS per evidenziare come esso sia un sistema efficace per affrontare il tema "paesaggio" e per trattare il sistema storico-ambientale, ossia la correlazione che si instaura tra gli aspetti fisico-naturalistici e gli aspetti antropici, dalla quale emergono i caratteri del paesaggio.

Ippoliti²⁵, infatti, chiarisce e sottolinea quanto i GIS siano lo strumento principe per indagare il paesaggio poiché permettono di rappresentare, leggere, conoscere i sistemi morfologici e insediativi nella loro completezza, nella loro globalità e nel rapporto tra le singole componenti grazie alla peculiarità dell'informazione geografica.

Ippoliti, infatti, scrive

I sistemi informativi geografici consentono di considerare il patrimonio culturale nella sua interezza, affidando al territorio e al paesaggio naturale e antropizzato il nuovo ruolo di bene culturale sistemico, espressione dell'insieme del sistema di relazioni tra i singoli beni e tra questi e il contesto²⁶.

La sua ricerca include sperimentazioni nell'ambito dei beni urbani e ambientali, nella loro comunicazione e nella condivisione delle informazioni tramite programmi open source. I punti chiave sono articolati sui temi della mappa e delle potenzialità rappresentative info-grafiche.

Pierdominici²⁷, invece, affronta l'interazione dell'ambiente GIS con tecniche e dati di rilievo all'interno di un processo conoscitivo delle singole presenze vegetali di una villa storica romana, ossia Villa Celimontana.

L'attenzione è rivolta all'organizzazione dei dati appartenenti alle seguenti categorie: elementi arborei e arbustivi, caratteri dimensionali provenienti dal rilievo strumentale, caratteri fitostatici e caratteri storici. La catalogazione minuziosa riportata negli attributi prevede la classe giardiniera, la denominazione della specie, il diametro del fusto, l'altezza, il diametro della chioma, l'altezza della chioma, la posizione, i difetti del colletto, i difetti del fusto, i difetti della chioma. Dal punto di vista tecnico e metodologico, è stata condotta la conversione dei dati vettoriali formato *.dxf* (per il CAD) in dati vettoriali in formato *.shp*²⁸ (per il GIS), la strutturazione in layer e l'associazione di questi agli attributi specifici.

Sono state ottenute una serie di mappe che descrivono lo stato di fatto della villa, con le sue caratteristiche morfologiche, il posizionamento degli alberi e il loro stato di conservazione e di salute.

Altri autori, diversamente, utilizzano il GIS per mappature territoriali finalizzate alla pianificazione e alla gestione dei dati.

A tal proposito, una dimostrazione di mappatura a scala territoriale che usa *open geo data* del Piano Territoriale Paesaggistico Regionale del Lazio e del Piano di Assetto Idrogeologico è offerta dalla ricerca di Spasiano e Nardi²⁹, i quali descrivono una metodologia basata sull'omogeneizzazione dei dati tramite elaborazione di informazioni eterogenee per tipologia, scala, e risoluzione al fine di renderli consultabili in un applicativo web. In particolare, è evidenziato il ruolo degli strati informativi (acqua, verde, archeologia) per una "mappatura integrata e dinamica su diversi livelli di scala di rappresentazione di tutti gli elementi ambientali, culturali e di valore estetico-percettivo costituenti il paesaggio laziale"³⁰.

Al di là dell'origine del dato, le mappe riescono a registrare e riconsegnare informazioni in modo tale da generare nuove conoscenze. Dovarch e Tedeschi³¹, infatti, propongono un

Sara Colaceci



1 Dovarch, Tedeschi 2019, pp. 68-92.



2 Gómez-Blanco Pontes et al. 2019, pp. 1-12.



3 Spasiano, Nardi 2019, pp. 38-39.



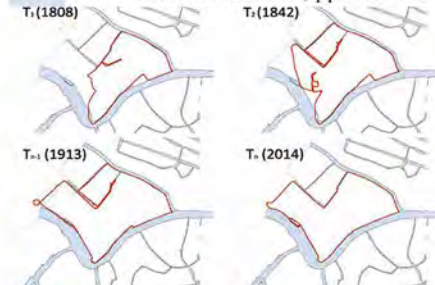
4 Vernizzi, Zerbi 2019, pp. 117-128.



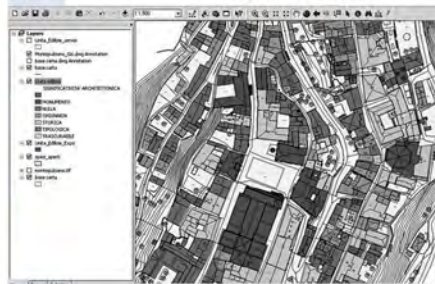
5 Ture 2017, pp. 40-43.



6 Bruno et al. 2016, pp. 163-170.



7 Ferrighi 2016, pp. 44-49.

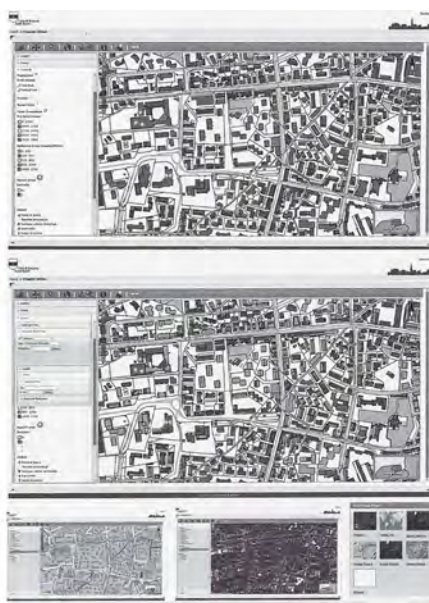


8 Parrinello 2012, pp. 418-423.

2a/ Abaco delle immagini relativo ai contributi di riferimento per la conoscenza del patrimonio urbano e territoriale tramite GIS.



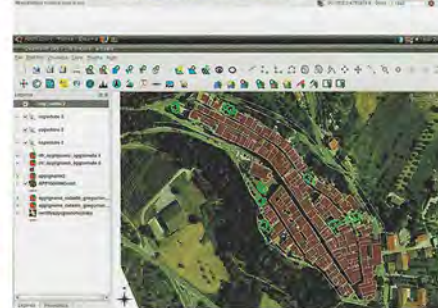
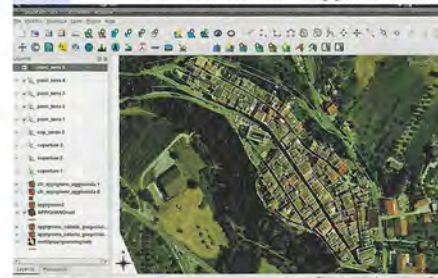
9 Pierdominici 2016, pp.133-142.



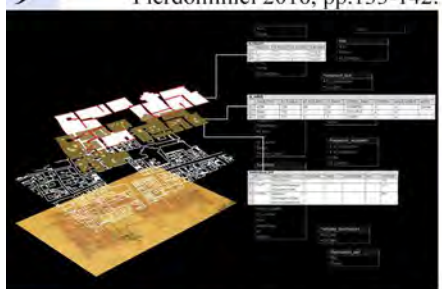
12 Bocconcino 2015, pp. 217-232.



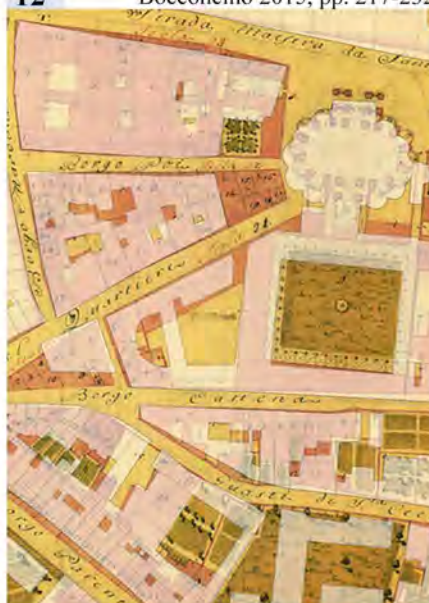
14 Del Giudice 2015, pp. 259-267.



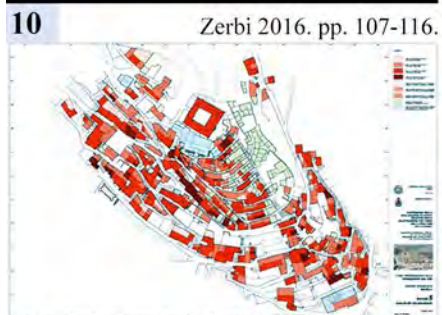
15 Ippoliti 2010, pp. 240-259.



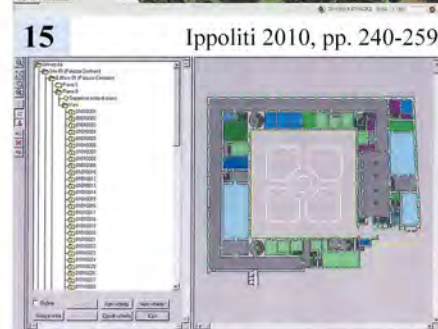
10 Zerbi 2016, pp. 107-116.



13 Bruno et al. 2015, pp. 189-203.



11 Vernizzi 2016, pp. 99-107.



16 Giandebiaggi, Vernizzi 2009, pp.167-172.

2b/ Abaco delle immagini relativo ai contributi di riferimento per la conoscenza del patrimonio urbano e territoriale tramite GIS.

esempio di mappatura partecipata in cui il sapere della comunità locale di un Paese in via di sviluppo è fondamentale per restituire dati e poter sviluppare una cartografia finalizzata alla gestione di un'area distrutta da un'alluvione.

Ture³² illustra l'esempio della città di Torino, con il quale è stata utilizzata un'applicazione GIS per il calcolo, il censimento e la stima dei costi di manutenzione delle aree verdi della città.

Bocconcino³³, ponendo come obiettivo l'uso del GIS in applicazioni del settore turistico, espone il caso studio condotto dall'Istituto per l'Energia Rinnovabile di Bolzano, il quale ha realizzato un catasto solare per l'Alta Valle di Non la cui finalità è la stima dell'irraggiamento solare diretto per garantire una adeguata produzione di energia elettrica con pannelli fotovoltaici. La metodologia ha riguardato il rilievo LiDAR, l'uso del DTM e della CTR, l'inserimento di dati relativi all'energia solare, e il calcolo dell'irraggiamento.

Del Giudice³⁴ descrive il caso studio del progetto *District Information Modeling and Management for Energy Reduction* (DIMMER) applicato ad un'area urbana, il cui obiettivo è la definizione di un sistema informativo 2D elaborato con il software ESRI ArcGIS per il calcolo dei consumi energetici di un quartiere di Torino.

Da tali studi affiora il tema del valore dell'informazione descrittiva che dialoga con l'informazione grafica finalizzato alla gestione della città.

Al termine di questa iniziale carrellata di ricerche, è possibile porre una riflessione sulle molteplici accezioni riguardanti la conoscenza e la rappresentazione dell'ambiente urbano e territoriale³⁵. Ciascuna realtà urbana è un *unicum*, ossia uno stato conformativo e un insieme di eventi unici, validi esclusivamente per quella particolare situazione, quindi ogni rappresentazione racconta la specificità e la singolarità del caso. In un sistema informativo è possibile introdurre e individuare gli aspetti quantitativi e oggettivi e, dunque, maggiormente materiali, come quelli afferenti a dati di rilievo o quelli relativi alla comparazione delle trasformazioni avvenute in una città, all'interno di ragionamenti sulla descrizione della forma fisica costituita. Tuttavia, è possibile trattare anche gli aspetti qualitativi e immateriali non immediatamente associati ad una cartografia, come quelli relativi alla dimensione temporale finalizzati a letture diacroniche o quelli relativi al monitoraggio della città esistente.

Da tali ricerche si evince il valore multiplo nel sistema informativo derivato dalla coesistenza del dato spaziale, del dato descrittivo, della localizzazione geografica e del database. Queste caratteristiche, costituite in sintesi da una banca dati georeferenziata, sono la chiave per la comprensione dei contesti ma anche per la diffusione della conoscenza.

2.4 Verso una integrazione tra GIS mappali e modelli 3d

I GIS nascono in ambito cartografico e quindi bidimensionale, tuttavia per analizzare, conoscere e rappresentare correttamente il territorio non è possibile trascurare la terza dimensione, che include gli andamenti morfologici, le masse degli agglomerati urbani e più in generale tutti gli aspetti che coinvolgono i rapporti volumetrico-spaziali.

La scelta della mappa come base per il GIS era comprensibilmente quella giusta negli anni '60 del XX secolo, tuttavia Goodchild³⁶ si interroga se possa essere ancora centrale per affrontare le informazioni geografiche digitali.

Pertanto, sebbene siano stati concepiti come sistemi per la rappresentazione cartografica mappale e la gestione dei dati, con il passare degli anni c'è stato un interessamento più intenso e sempre crescente verso gli aspetti tridimensionali e gli aspetti che coinvolgono interpretazioni più ampie dei fenomeni urbani³⁷.

Segue la presentazione di contributi che cercano di coniugare gli aspetti bidimensionali e tridimensionali (figg. 3-4).

Biljecki *et al.*³⁸ presentano una ricerca su numerosi casi studio in cui i modelli 3d di città sono impiegati in una vasta serie di ambiti e per un ampio spettro di necessità che vanno oltre la semplice visualizzazione: calcolo dell'irraggiamento solare, classificazione dei tipi edilizi, analisi di visibilità, stima delle ombre generate dagli edifici in ambito urbano, stima della propagazione del rumore, risposta alle emergenze.

Differenti ricerche si sono occupate di procedure per la rappresentazione tridimensionale del paesaggio e del territorio attraverso applicativi CAD che consentono la realizzazione di modelli 3d discreti e modelli 3d continui con successiva renderizzazione³⁹.

Seppur definiti esattamente nella loro conformazione geometrico-dimensionale e derivanti da una precisa procedura

3/ Tabella riassuntiva dei contributi di riferimento per l'integrazione tra GIS e modelli 3d

Anno	Autori	Titolo contributo	Tipologia	Titolo pubblicazione	Indagine/applicazione/metodologia	Campo
1	2020 Bianchi Alessandro, D'Uva Domenico, Rolando Andrea	An innovational digital tool in GIS procedure: mapping adriatic coast in Abruzzo region to support design of slow mobility routes	Atti di convegno	In Paparoditis N., Mallet C., Lafarge F. (eds.). <i>The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences</i> . XXIV ISPRS Congress (Nice, France, 31 Aug - 2 Sep, on-line). 2020, vol. XLIII-B4-2020, pp. 533-537.	Codifica di un algoritmo che prende in input i punti vettorizzati dal GIS e li associa alle altezze trasformate in coordinate z. Il risultato è una griglia tridimensionale di punti. Questa griglia è la base per la creazione di una singola superficie NURBS.	Analisi territoriale
2	2020 Bruno Nazarena, Rechichi Fabrizio, Achille Cristiana, Zerbi Andrea, Roncella Riccardo, Fassi Francesco	Integration of historical GIS data in a HBIM system	Atti di convegno	In The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLIII-B4-2020, 2020, XXIV ISPRS Congress, pp. 428-434.	Sviluppo di un sistema informativo web in grado di integrare dati BIM e GIS, con particolare attenzione all'analisi della città storica. Emerge l'organizzazione e l'integrazione di dati eterogenei e di periodi storici diversi in un unico sistema informativo.	Analisi urbana
3	2019 Antuono Giuseppe	Reti e impianti idrici in Sant'Agata dei Goti. Verso un sistema informativo integrato	Rivista	<i>Disegno</i> , 5, 2019, pp. 157-168.	Indagine sull'integrazione tra GIS e dati di rilievo ottenuti con <i>Unmanned aerial vehicle (UAV)</i> , finalizzata ad un approccio interscalare per l'analisi di una porzione del territorio.	Analisi territoriale, trasformazioni
4	2019 Kumar Kavisha, Labetski Anna, Agugiario Giorgio, Stoter Jantien	A survey on the adoption of GIS data and standards in urban application domains	Atti di convegno	In Stouffs R., Biljecki F., Soon K. H., Khoo V. (eds.). <i>The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences</i> . Atti 14th 3D GeoInfo Conference (Singapore, 24-27 settembre 2019). 2019, vol. XLII-4/W15, pp. 41-46.	Review di contributi che analizzano le possibilità bidimensionali e tridimensionali in GIS.	Review
5	2019 Messina Barbara, D'Agostino Pierpaolo	Procedure integrate per il disegno di impianti lineari: elaborazioni grafiche digitali di percorsi ciclabili.	Rivista	<i>Disegno</i> , 5, 2019, pp. 181-191.	Possibilità di integrare GIS con modellatori parametrici, per la gestione di scelte progettuali che comportano trasformazioni a scala urbana o territoriale.	Analisi territoriale
6	2018 Parrinello Sandro, Picchio Francesca, Becherini Pietro, De Marco Raffaella,	The drawn landscape in 3d databases: the management of complexity and representation in the historical city	Atti di convegno	In ATINER's Conference Paper Series, PLA2017-2369, 2018, pp. 2-26.	Potenzialità di integrazione tra archivi informatici e modelli 3d tramite vari casi studio: _rilievo strumentale e fotogrammetrico _redazione di mappe tematiche _modellazione 3d di un mabito urbano _redazione di schede tipologiche _restituzione dei fronti urbani.	Letture dei tessuti edilizi e delle trasformazioni urbane

3/ Tabella riassuntiva dei contributi di riferimento per l'integrazione tra GIS e modelli 3d.

3/ Tabella riassuntiva dei contributi di riferimento per l'integrazione tra GIS e modelli 3d

Anno	Autori	Titolo contributo	Tipologia	Titolo pubblicazione	Indagine/applicazione/metodologia	Campo	
7	2016	Bertozzi Sara, Baratin Laura, Moretti Elvio	L'evoluzione delle trasformazioni di un centro storico tramite GIS: la città di Urbino	Atti di convegno	In Atti della Conferenza ESRI Italia (Roma, 21-22 aprile 2016), 2016, pp. 1-10.	Indagine sulle trasformazioni di Urbino: _ricostruzione delle fasi evolutive _ricostruzione dell'orografia in ambiente CAD _conversione in GIS _elaborazione del TIN _estrusione dei volumi a seconda dal loro valore di altezza _modellazione degli elementi con diversi livelli di dettaglio _integrazione dei volumi con il disegno bidimensionale dei prospetti come una sorta di texture interrogabile degli elementi architettonici.	Lettura dei tessuti edilizi e delle trasformazioni urbane
8	2015	Baratin Laura, Bertozzi Sara, Moretti Elvio	The geomorphological transformations of the city of Urbino: the design of the city analysed with GIS tools	Rivista	<i>SCIRESit</i> , 2015, 1, pp. 41-58.	Indagine sulle trasformazioni di Urbino: _ricostruzione delle fasi evolutive _ricostruzione dell'orografia in ambiente CAD _conversione in GIS _elaborazione del TIN _estrusione dei volumi a seconda dal loro valore di altezza _modellazione degli elementi con diversi livelli di dettaglio _integrazione dei volumi con il disegno bidimensionale dei prospetti come una sorta di texture interrogabile degli elementi architettonici.	Lettura dei tessuti edilizi e delle trasformazioni urbane
9	2015	Biljecki Filip, Stoter Jantien, Ledoux Hugo, Zlatanova Sisi, Çöltekin Arzu	Applications of 3D City Models: State of the Art Review	Rivista	<i>ISPRS International Journal of Geo-Information</i> , 4, 2015, pp. 2842-2889, doi:10.3390/ijgi4042842.	Revisione su numerosi casi studio in cui i modelli 3d di città sono impiegati in una vasta serie di ambiti.	Review
10	2015	Del Giudice Matteo	Il GIS per la gestione dei dati alla scala urbana/edilizia	Capitolo in volume	In Osello Anna (a cura di). <i>Building Information Modeling - Geographic Information System - Augmented Reality per il Facility Management</i> . Palermo: Dario Flaccovio Editore, 2015. pp. 259-267.	Modello 3d di un quartiere di Torino, con differenti tematismi basati sui diversi attributi per avere eterogenee modalità di rappresentazione e di visualizzazione.	Gestione della città

3/ Tabella riassuntiva dei contributi di riferimento per l'integrazione tra GIS e modelli 3d

Anno	Autori	Titolo contributo	Tipologia	Titolo pubblicazione	Indagine/applicazione/metodologia	Campo
11	2015	Osello Anna	Monografia	<i>Building Information Modeling Geographic Information System Augmented Reality per il Facility Management.</i> Palermo: Dario Flaccovio Editore, 2015.	Indagini e applicazioni BIM e GIS per il Facility Management.	Gestione della città
12	2014	Baratin Laura, Bertozzi Sara, Moretti Elvio	Tecnologia GIS per la manutenzione programmata dei beni Culturali"	In Della Torre Stefano (a cura di). <i>ICT per il miglioramento del processo conservativo.</i> Proceedings of the International Conference Preventive and Planned Conservation (Monza, Mantova, 5-9 maggio 2014). Milano: Nardini Editore, 2014, pp. 73-84.	Gestione dei dati bidimensionali e tridimensionali tramite il caso studio di Urbino: _planimetrie associate a modelli morfologici del terreno TIN _prospetti e sezioni, elaborate, organizzate e georeferenziate in 2d tramite Arcmap _visualizzazione in ambiente 3d tramite Arcscene.	Patrimonio architettonico
13	2014	Bertocci Stefano, Bua Sara, Parrinello Sandro, Picchio Francesca	Montepulciano 3d: modelli virtuali per l'urbanistica e lo sviluppo dell'ambiente urbano	Rivista <i>DisegnareCON</i> , 13, 2014, pp. 1-20	Letture del tessuto di Montepulciano con modelli 3d: _rilievo diretto e fotogrammetrico dei fronti _catalogazione delle specificità delle singole unità edilizie _creazione del sistema informativo _elaborazione di mappe tematiche _elaborazione di un modello 3d con texture.	Analisi urbana.
14	2013	Mingucci Roberto, Bravo Luisa, Garagnani Simone, Muzzarelli Aurelio	Modellazione e progetto urbano: applicazioni e prospettive per i GIS	Rivista <i>DisegnareCON</i> , 11, 2013, pp. 1-10.	Teorico. Il processo di conoscenza è favorito dall'integrazione tra sistemi che vertono sull'informazione geografica a scala territoriale e sistemi di rilievo e modellazione 3d alla scala architettonica.	Teorico
15	2012	Brusaporci Stefano, Centofanti Mario, Continenza Romolo, Trizio Ilaria	Sistemi Informativi Architettonici per la gestione, tutela e fruizione dell'edilizia storica	Atti di convegno In Atti 16a Conferenza Nazionale ASITA (Vicenza, 6-9 novembre 2012), pp. 315-322.	Sistema informativo architettonico SIArch-Univaq per integrare modelli digitali 3d in GIS: _creazione della struttura del database _costruzione del modello matematico _importazione del medesimo in ambiente GIS.	Patrimonio architettonico

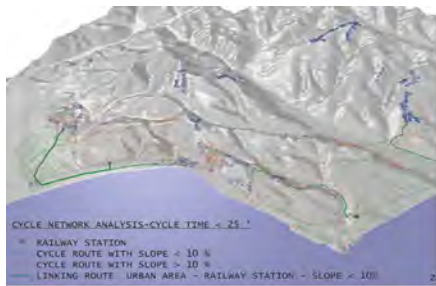
3/ Tabella riassuntiva dei contributi di riferimento per l'integrazione tra GIS e modelli 3d

Anno	Autori	Titolo contributo	Tipologia	Titolo pubblicazione	Indagine/applicazione/ metodologia	Campo	
16	2012	Parrinello Sandro	Banche dati e sistemi integrati per la gestione del verde urbano	Rivista	<i>DisegnareCON</i> , 5, 10, 2012, pp. 1-6.	Censimento e catalogazione del verde: _rilievo strumentale _elaborazione del quadro diagnostico del singolo elemento vegetale attraverso la redazione di schede restituenti le caratteristiche intrinseche dell'albero _integrazione di tali informazioni, morfometriche e descrittive, in GIS.	Gestione del verde
17	2011	Ippoliti Elena, Merschini Alessandra	Nuove mappe tra singolare e plurale. Le opportunità sincretiche delle tecnologie digitali	Atti di convegno	In <i>Il disegno delle trasformazioni</i> . Atti delle Giornate di Studio (Napoli, 1-2 dicembre 2011). Napoli: 2011, pp. 1-9.	Sperimentazioni sulla mappa, al fine di agganciarla a dati di diversa forma e natura.	Beni urbani e ambientali
18	2011	Parrinello Sandro	Sistemi infografici 3d per la documentazione del sistema naturale	Capitolo in volume	In Mandelli Emma (a cura di). <i>Dalla didattica alla ricerca. Abbazia di Vallombrosa. Laboratorio di rilievo integrato</i> . Firenze: Alinea, 2011, pp. 103-111.	Rilievo del verde.	Rilievo del verde
19	2010	Cigola Michela	Sistemi informativi per la gestione e valorizzazione del patrimonio urbano	Capitolo in volume	In Brusaporci Stefano (a cura di). <i>Sistemi informativi integrati per la tutela, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio architettonico e urbano</i> . MIUR PRIN COFIN 2006. Coordinatore scientifico nazionale Centofanti Mario. Roma: Gangemi, 2010, pp. 212-217.	Creazione di Sistemi informativi diversificati poiché rivolti all'analisi di ambiti territoriali, di ambiti urbani e di comparti edilizi, sperimentando la funzionalità di questi sistemi nel passaggio alle diverse scale di rappresentazione.	Gestione dei centri storici (rischio sismico, reti tecnologiche, fiscalità comunale)

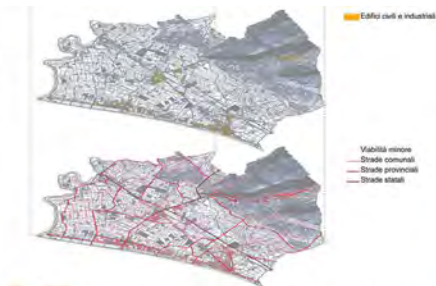
3/ Tabella riassuntiva dei contributi di riferimento per l'integrazione tra GIS e modelli 3d

Anno	Autori	Titolo contributo	Tipologia	Titolo pubblicazione	Indagine/applicazione/metodologia	Campo
20	2010 Ippoliti Elena, Moscati Annika	Interfacce di accesso alle informazioni: tra 3D, 3D-GIS e Web GIS	Capitolo in volume	In Brusaporci Stefano (a cura di). <i>Sistemi informativi integrati per la tutela, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio architettonico e urbano</i> . MIUR PRIN COFIN 2006. Coordinatore scientifico nazionale Centofanti Mario. Roma: Gangemi, 2010, pp. 310-319.	Sperimentazioni dello spazio tridimensionale in ambiente GIS.	Beni urbani e ambientali
21	2010 Pelliccio Assunta	Sistemi informativi per la gestione e valorizzazione del patrimonio urbano. Dal SIT al SIA	Capitolo in volume	In Brusaporci Stefano (a cura di). <i>Sistemi informativi integrati per la tutela, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio architettonico e urbano</i> . MIUR PRIN COFIN 2006. Coordinatore scientifico nazionale Centofanti Mario. Roma: Gangemi, 2010, pp. 218-232.	Creazione di Sistemi informativi diversificati poiché rivolti all'analisi di ambiti territoriali, di ambiti urbani e di comparti edilizi, sperimentando la funzionalità di questi sistemi nel passaggio alle diverse scale di rappresentazione.	Gestione dei centri storici
22	2008 Cigola Michela, Pelliccio Assunta, Vallerotonda Mauro	Sistemi informativi per il patrimonio urbano. Riflessioni ed applicazioni	Rivista	<i>DisegnareCON</i> , 2, 2008, pp. 1-9.	Creazione di Sistemi informativi diversificati poiché rivolti all'analisi di ambiti territoriali, di ambiti urbani e di comparti edilizi, sperimentando la funzionalità di questi sistemi nel passaggio alle diverse scale di rappresentazione.	Gestione dei centri storici
23	2008 Ippoliti Elena, Meschini Alessandra, Moscati Annika	"Architettura delle informazioni e architettura informatica sul caso studio di Appignano del Tronto"	Rivista	<i>DisegnareCON</i> , 2, 2008, pp. 1-10.	Integrazione del modello 3d in ambiente GIS: _realizzazione del modello in un software di modellazione esterno _importazione in ambiente GIS tramite l'espedito di un punto vettoriale associato ad ognuna unità al quale sono state agganciate le informazioni.	Beni urbani e ambientali
24	2006 Empler Tommaso, Bianconi Fabio, Bagagli Roberto		Monografia	<i>Rappresentazione del paesaggio. Modelli virtuali per la progettazione ambientale e territoriale</i> . Roma: DEL, 2006.	Modelli 3d per la rappresentazione tridimensionale del paesaggio.	Progettazione ambientale e territoriale

Sara Colaceci



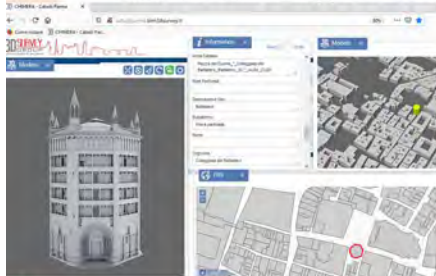
1 Bianchi *et al.* 2020, pp. 533-537.



5 Messina, D'Agostino 2019, pp.181-191.



9 Biljecki *et al.*, 2015, pp. 2842-2889.



2 Bruno *et al.* 2020, pp. 428-434.



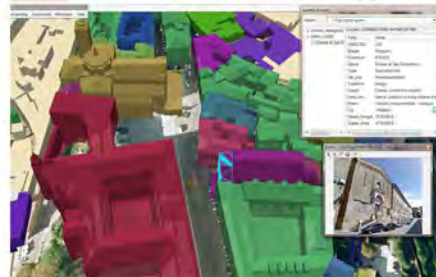
6 Parrinello *et al.* 2018, pp. 2-26.



10 Del Giudice 2015, pp. 259-267.



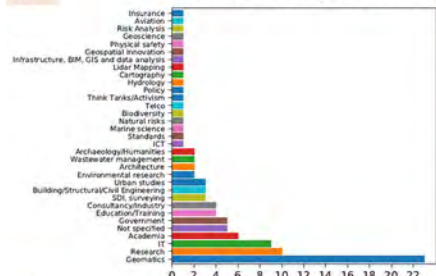
3 Antuono 2019, pp. 157-168.



7 Bertozzi *et al.*, 2016, pp. 1-10.



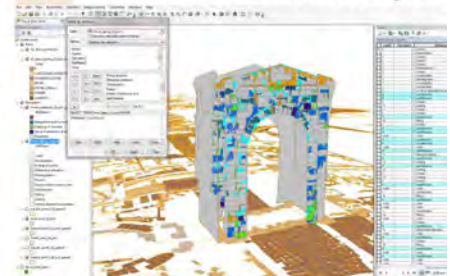
11 Osello 2015, p. 11.



4 Kumar *et al.*, pp. 41-46.

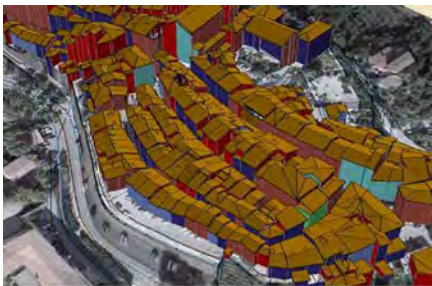


8 Baratin *et al.*, 2015, pp. 41-58.



12 Baratin *et al.*, 2014, pp. 73-84.

4a/ Abaco delle immagini relativo ai contributi di riferimento per l'integrazione tra GIS e modelli 3d.



13 Bertocci *et al.*, 2014, pp. 1-20.



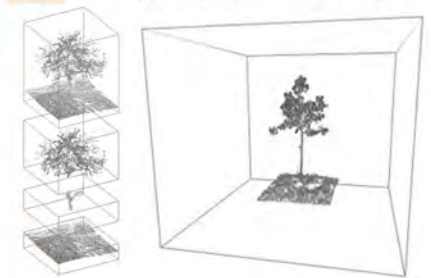
17 Ippoliti, Meschini 2011, pp. 1-9.



21 Pelliccio 2010, pp. 218-232.



14 Mingucci *et al.*, 2013, pp. 1-10.



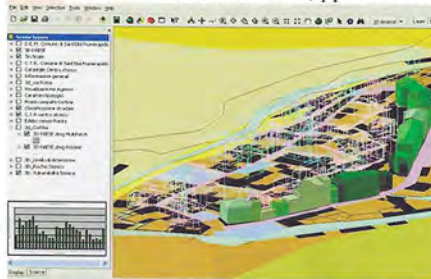
18 Parrinello 2011, pp. 103-111.



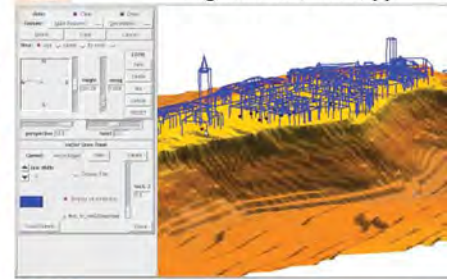
22 Cigola *et al.*, 2008, pp. 1-9.



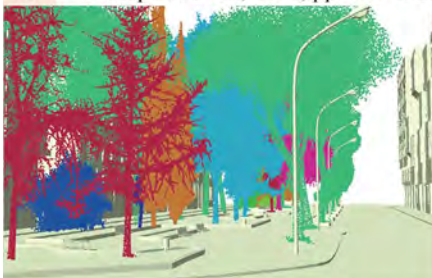
15 Brusaporci *et al.*, 2012, pp. 315-322.



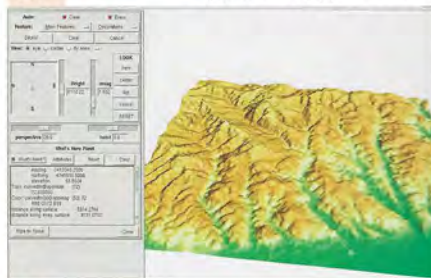
19 Cigola 2010, pp. 212-217.



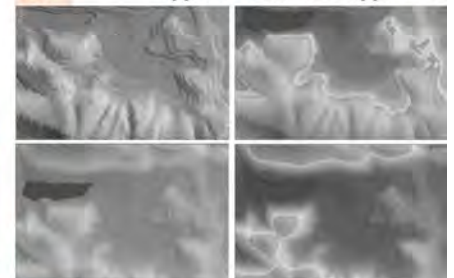
23 Ippoliti *et al.*, 2008, pp. 1-10.



16 Parrinello 2012, pp. 1-6.



20 Ippoliti, Moscati 2010, pp. 310-319.



24 Empler *et al.*, 2006.

4b/ Abaco delle immagini relativo ai contributi di riferimento per l'integrazione tra GIS e modelli 3d.

metodologica, essi sono confinati all'interno di un sistema locale, quindi non georeferenziato, e risultano parziali, ossia circoscritti al solo ambito di intervento.

La ricerca di Brusaporci *et al.*⁴⁰, proprio per tali ragioni, cerca di superare questi limiti, tramite la definizione di un sistema informativo architettonico SIArch-Univaq “per studiare le possibilità di integrazione di modelli digitali 3d dell'architettura storica con sistemi GIS”⁴¹. In essa, la metodologia operativa è caratterizzata dalla definizione della struttura del database, dalla costruzione del modello matematico del manufatto architettonico oggetto di studio e, successivamente, dall'importazione del medesimo in ambiente GIS (ESRI ArcGIS Desktop). Gli autori si soffermano sull'importanza e sulla potenzialità del modello quale oggetto capace di accogliere tutte le informazioni a lui associate (dimensionali, geometriche, storiche, tecniche, costruttive), sottolineando la complessità delle procedure di importazione di un modello generato in ambiente di modellazione matematica in un ambiente GIS.

Tale ricerca, sebbene sia concentrata alla scala architettonica dei manufatti, affronta la questione della rappresentazione tridimensionale tramite modelli 3d grafici e informativi in ambiente georeferenziato.

Uno dei punti nodali su cui la comunità scientifica si interroga, è la possibilità di integrare sistemi differenti che solitamente indagano oggetti a scale differenti. Mingucci *et al.*⁴², infatti, riflettono sulla questione affermando che lo scambio integrato tra sistemi che vertono sull'informazione geografica a scala territoriale (GIS, web-GIS) e sistemi di rilievo e modellazione 3d alla scala architettonica contribuisce al processo di conoscenza e all'efficacia di progetti che necessitano un coinvolgimento di più attori.

Similmente, la ricerca di Bertocci *et al.*⁴³ definisce metodologie di analisi dei centri storici in cui sono evidenti il valore della banca dati e l'intento censuario del GIS, mostrando quanto il contenitore sia in grado di gestire un elevato numero di dati organizzati per gestire la complessità del tessuto urbano (tipologia, vincoli, stato di conservazione, elementi di pregio).

Nella ricerca condotta all'interno del laboratorio DART dell'Università di Cassino⁴⁴, sono stati progettati e realizzati sistemi informativi diversificati poiché rivolti all'analisi di interi ambiti territoriali, poi urbani e poi a comparti edilizi,

sperimentando la funzionalità di questi sistemi nel passaggio alle diverse scale di rappresentazione. Tale ricerca mette in luce il diverso comportamento dei modelli nei passaggi di scala, per cui è stato necessario l'utilizzo di supporti di modellazione esterni per i manufatti architettonici poi importati in ambiente GIS.

Similmente, Ippoliti, Meschini e Moscati⁴⁵, utilizzando il GIS nell'ambito dei beni urbani e ambientali con programmi open source, mostrano quanto le possibilità di operare e di interrogare lo spazio tridimensionale siano molto limitate in quell'ambiente. Per ovviare a tali problematiche, inizialmente è stato realizzato un modello in un software di modellazione esterno, poi è stato importato in ambiente GIS e infine è stato realizzato un espediente per l'interrogazione delle unità edilizie, ossia la costruzione di un punto vettoriale associato ad ognuna unità al quale sono state agganciate le informazioni.

La ricerca di Bertozzi, Baratin e Moretti⁴⁶, sulle trasformazioni storiche di Urbino, dopo un'analisi e ricostruzione delle fasi evolutive, ha sviluppato una rigorosa metodologia operativa per la comprensione della conformazione attuale. Inizialmente, è stato condotto l'esame dell'orografia e la sua ricostruzione in ambiente CAD a partire dalle carte tecniche e poi la conversione in GIS, con il risultato di estrarre le isoipse e generare il TIN⁴⁷. Successivamente, i poligoni degli edifici sono stati estrusi a seconda dal loro valore di altezza, mentre la modellazione è stata compiuta con diversi livelli di dettaglio. Inoltre, i volumi sono stati integrati dal disegno bidimensionale dei prospetti come una sorta di texture interrogabile degli elementi architettonici.

Parrinello *et al.*⁴⁸ ragionano sulle potenzialità di integrazione tra archivi informatici e modelli 3d, che facilita il collegamento tra contenuto informativo e spazio virtuale, con l'obiettivo di fornire un sistema di documentazione navigabile destinato alle diverse tipologie di pubblico.

Parrinello⁴⁹, inoltre, affrontando il tema delle banche dati e degli archivi digitali, sviluppa un filone di ricerca incentrato sul censimento e sulla catalogazione del verde per la sua gestione in ambito urbano a partire da dati di rilievo, sulla elaborazione del quadro diagnostico del singolo elemento vegetale attraverso la redazione di schede restituente le caratteristiche intrinseche dell'albero e sull'integrazione di tali informazioni, morfometriche e descrittive, in GIS. L'implementazione del

dato tridimensionale delle singole specie vegetali nei sistemi informativi geografici è condotta tramite pulizia e riduzione dei punti della nuvola di punti, importazione della medesima come modello 3d in Autodesk Map 3d e salvataggio in formato *.shp* per l'inserimento in ambiente GIS.

Antuono⁵⁰, invece, propone una metodologia in cui si integrano GIS e i dati di rilievo ottenuti con *Unmanned aerial vehicle* (UAV), finalizzata ad un approccio interscalare per l'analisi di una porzione del territorio campano ricco di risorse naturali e di risorse antropiche idriche. La ricerca mira alla riscoperta delle relazioni tra i singoli manufatti edilizi e il contesto attraverso un modello informativo sintetico che integra dati analogico-digitali, topografici, dimensionali classificati in unità stratificate.

Nell'esempio proposto da Bianchi, D'Uva e Rolando⁵¹, all'interno di una ricerca del Politecnico di Milano, il GIS è stato integrato a un modellatore parametrico in grado di gestire oggetti NURBS, convertendo il DEM⁵² raster del terreno in entità vettoriale tramite un algoritmo che trasforma raster in mesh.

Bruno *et al.*⁵³, trattando il tema dell'integrazione tra BIM e GIS quale campo di ricerca aperto, affrontano lo sviluppo di un sistema informativo web in grado di integrare dati BIM e GIS, con particolare attenzione all'analisi della città storica. Tre aspetti principali sono considerati più rilevanti: l'organizzazione concettuale dei dati per integrare GIS e BIM in un unico ambiente; l'integrazione di dati appartenenti a periodi storici diversi; l'integrazione nel sistema di dataset già strutturati in HGIS e HBIM preesistenti. Si evidenzia la possibilità di integrare dati eterogenei e l'organizzazione delle informazioni secondo cinque livelli gerarchici che consentono di gestire oggetti diversi a seconda dello scopo dell'indagine. Ad ogni oggetto è stato associato, anche contemporaneamente, un modello 3D o 2.5D (mesh, nuvola di punti, hotspot) o una feature 2D (punto, linea, poligono).

Del Giudice⁵⁴, attraverso un modello 3d di un quartiere di Torino, usa differenti tematismi basati sui diversi attributi per avere eterogenee modalità di rappresentazione e di visualizzazione del medesimo in funzione delle destinazioni d'uso, del consumo energetico e del numero di abitanti, rimarcando la velocità e l'agilità con cui un professionista possa attingere a informazioni grafiche e alfanumeriche in fase di progettazione.

Osello⁵⁵ sottolinea, in generale, quanto l'*Information Technology* possa essere usata per ottimizzare il processo di gestione dati nel settore dell'industria delle costruzioni ed evidenzia, in particolare, che il GIS è ancora usato principalmente alla scala territoriale e urbana, tuttavia inizia a dare vantaggi anche alla scala edilizia, grazie all'integrazione con il *Facility Management* con l'obiettivo di creare le basi per decisioni strategiche.

Tale panoramica di studi dimostra la volontà di superare la semplice lettura bidimensionale dei contesti urbani e territoriali e la necessità degli utenti di incrementare le possibilità tridimensionali⁵⁶ impostando linee di ricerca verso nuove applicazioni e nuove prefigurazioni⁵⁷. Sebbene la modellazione tridimensionale in ambiente GIS non sia stata sviluppata in maniera esaustiva, le ricerche comprovano la necessità di realizzare modelli intelligenti georeferenziati al fine di analizzare, preservare, valorizzare e gestire il patrimonio urbano. In esse, si riscontra un obiettivo più vasto che le abbraccia tutte: ribadire il fulcro effettivo del nostro interesse, ovvero l'architettura, la città e il paesaggio.

Esse rivelano quanto i sistemi informativi facilitino la coesistenza dell'interdisciplinarietà, poiché sostengono il processo di comprensione della realtà esistente che è alla base di molteplici saperi. La possibilità di integrare sinergie, competenze e approcci diversi, favorisce nuove opportunità di conoscenza.

2.5 Information Modeling per l'architettura del paesaggio

Lo sviluppo della tecnologia digitale offre la possibilità di accedere ad informazioni sempre più vaste e di comprendere la realtà esistente in maniera sempre più approfondita. Nei campi della ricerca e della pratica sono stati compiuti notevoli progressi nello sviluppo, nell'applicazione e nell'implementazione di strumenti e di tecnologie digitali.

In tale paragrafo si vuole definire quale sia il dibattito e lo stato delle conoscenze intorno ad un argomento che sta diventando centrale nella disciplina dell'architettura del paesaggio, ossia l'*Information Modeling* applicato al suo stesso settore (figg. 5-6).

Se l'IM nelle infrastrutture e nell'architettura (BIM) è ormai un processo consolidato e normato, non altrettanto si può dire

per l'IM all'interno dell'architettura del paesaggio. A partire dal primo decennio del XXI secolo, alcuni architetti del paesaggio hanno avviato un dibattito etico, teorico e politico su tale tema. La loro discussione sulla mancanza di esperienza nell'uso dell'IM nel campo, che potrebbe lasciar indietro il corpo professionale, è stata motivata dal fatto che essi non possono permettersi di essere lasciati fuori, sebbene siano consapevoli di essere una fetta piccola nel campo dell'architettura che è a sua volta minore rispetto al settore dell'*Architecture Engineering Construction (AEC)*⁵⁸.

Flohr⁵⁹, ponendo l'accento sulla poca praticità dei software di IM in uso nella contemporaneità verso il paesaggio⁶⁰, sostiene che la mancanza di integrazione dell'architettura del paesaggio nei software indica un problema più grande. Infatti, auspicando che l'*American Society of Landscape Architects (ASLA)*⁶¹ si impegni nell'affrontare le preoccupazioni dei suoi membri con i produttori⁶², egli evidenzia come la questione, in realtà più ampia, riguardi sostanzialmente il valore, la posizione e il ruolo del settore nell'ambito della progettazione in senso lato.

Goldman⁶³ dichiara che gli strumenti di IM tendono ad essere impiegati principalmente per edifici, ponti e città e più raramente nell'architettura del paesaggio poiché esiste una discrepanza tra l'uso di tali strumenti e l'ambito per i quali essi sono utilizzati. Sottolinea alcune criticità quali la limitata maturità degli strumenti informatici, la disponibilità di contenuti, la difficoltà nello scambio di dati tra le diverse applicazioni. Aggiunge come siano diffuse alcune percezioni errate, tra le quali: l'IM può essere impiegato soltanto per grandi progetti, per la progettazione verticale e per la progettazione che prevede unicamente una composizione ortogonale, ma non per una composizione fluida e organica propria dell'architettura del paesaggio. Scrive, inoltre, che esiste l'impressione che ci siano meno vantaggi economici nell'IM per il paesaggio rispetto agli edifici, il che si traduce in una singolare dualità tra il valore potenziale e la percezione del valore che risulta inferiore.

Ahmad e Aliyu⁶⁴ realizzano una review di paper su tali tematiche che comprende il periodo dal 2001 al 2011, effettuata attraverso le principali banche dati online. Essi concludono che gli articoli su di IM sul paesaggio sono relativamente pochi, che l'architettura del paesaggio non è totalmente compatibile con tutti i software di IM pertanto l'interoperabilità è

una sfida e che è necessario l'uso dell'IM nella progettazione del paesaggio viste le previsioni di crescita della popolazione e le previsioni di sviluppo del settore delle costruzioni nei prossimi anni.

Una menzione a parte merita l'uso della terminologia nella letteratura che si occupa di tale argomento. Alcuni usano la locuzione *Landscape Information Modeling (LIM)*, altri usano la locuzione *Site Information Modeling (SIM)*. In questa sede, si usa l'espressione "IM per l'architettura del paesaggio" per due motivi. Il primo riguarda il fatto che LIM non è ancora un acronimo diffuso che individua un processo consolidato, maturo ed uniforme nella comunità scientifica. Il secondo riguarda la motivazione che LIM è un marchio registrato da uno studio di architettura del paesaggio con sede a Milano e in Germania, quindi in questa sede non si vogliono sovrapporre altri interessi se non quelli di ricerca.

Il contenuto puramente tecnico, affrontato dalla maggior parte degli interventi, riguarda il problema, ancora irrisolto, di ontologia⁶⁵ delle componenti del paesaggio all'interno di software di IM. In effetti, in IFC⁶⁶ non è possibile trovare alcuna tassonomia⁶⁷ predefinita per gli elementi del paesaggio. Tutto ciò dipende dalla mancanza di uno specifico software per il flusso di lavoro degli architetti del paesaggio⁶⁸ e, aspetto ancora più importante, dalla carenza di una classificazione gerarchica standardizzata a livello internazionale⁶⁹.

Da questa prima rassegna di interventi mirati a considerare i problemi teorici emergono due aspetti. Il primo è relativo all'origine del dibattito, il quale si è intrapreso soltanto quando il corpo professionale degli architetti del paesaggio, temendo di essere escluso dal mercato, ha dato inizio alla discussione. Il secondo è relativo alla mancanza di compatibilità degli strumenti di IM con i temi progettuali trattati dall'architettura del paesaggio.

Per avere un'attestazione supplementare di tali considerazioni e, nel contempo, fornire uno stato dell'arte sulle applicazioni nel settore, sono introdotti di seguito alcuni contributi che illustrano le metodologie adottate. Tali contributi sono stati rintracciati tramite le principali banche dati online⁷⁰.

Diversi studiosi, anche sulla spinta delle organizzazioni internazionali costituite da architetti paesaggisti, hanno intrapreso lo studio dell'IM applicato all'architettura del paesaggio.

La questione relativa alla tassonomia è esplicitata in numerosi articoli, dichiarando sia la carenza della medesima e sia

5/ Tabella riassuntiva dei contributi di riferimento per l'Information Modeling per l'architettura del paesaggio

Anno	Autori	Titolo contributo	Tipologia	Titolo pubblicazione	Indagine/applicazione/ metodologia	Campo	
1	2019	Semeraro Francesco, Fonsati Arianna, Rapetti Niccolò, Osello Anna	Technologies and techniques offering new interpretations of the landscape evolution	Rivista	<i>DisegnareCON</i> , 12, 22, 2019, pp. 1-9.	Mappe digitali, modellazione di componenti parametrici, simulazioni VAR.	Valutazione dell'impatto paesaggistico e visivo
2	2019	Peters Alexander, Thon Andreas	Best Practices and First Steps of Implementing BIM in Landscape Architecture and its Reflection of Necessary Workflows and Working Processes	Rivista	<i>Journal of Digital Landscape Architecture</i> , 4, 2019, pp. 106-113, doi:10.14627/537663011.	Illustra alcuni progetti di ricerca degli enti internazionali per la standardizzazione delle componenti del paesaggio.	IM per l'architettura del paesaggio
3	2019	Cianci Maria Grazia, Molinari Matteo	Information modeling and landscape: intervention methodology for reading complex systems	Atti di convegno	In Cardaci A., Fassi F., Remondino F. (eds.). <i>International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures</i> . 8th Intl. Workshop 3D-ARCH (Bergamo, Italy, 6-8 February 2019). 2019, vol. XLII-2/W9, pp. 269-276.	Illustrano la metodologia: _acquisizione dati di una porzione urbana tramite laser scanner _gestione della nuvola di punti _modellazione parametrica di elementi antropici ed elementi vegetali _assegnazione di set di dati e di caratteristiche geometriche agli elementi modellati gestione del modello.	Spazi aperti della città consolidata
4	2019	Fritsch Martin, Clemen Christian, Kaden Robert	3D landscape objects for Building Information Models (BIM).	Atti di convegno	In Stouffs R., Biljecki F., Soon K. H., Khoo V. (eds.). <i>The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences</i> . Atti 14th 3D GeoInfo Conference (Singapore, 24-27 September 2019). 2019, vol. IV-4/W8, 2019, pp. 67-74.	Dichiara gli svantaggi nella modellazione di oggetti del paesaggio (linee di interruzione nel DTM e la presenza di oggetti non sempre riconducibili alla standardizzazione).	IM ad oggetti che fanno parte dell'architettura del paesaggio
5	2019	Yang Chen, Han Feng, Wu Hangbin, Chen Zhuo	Heritage Landscape Information Model (HLIM): towards a contextualised framework for digital landscape conservation in China	Atti di convegno	In Stylianidis E. (ed.). <i>The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Documenting the past for a better future</i> . 27th CIPA International Symposium (Ávila, Spain, 1-5 September 2019). 2019, vol. XLII-2/W15, 2019, pp. 1221-1227.	_Sistema informativo costituito da: Landscape Information, Tourism Information, Staff Information, tramite tre dataset collegati: documentazione, interviste, paper accademici. _Dichiara che le esperienze culturali sono viste come più importanti caratteristiche del patrimonio paesaggistico della Cina, piuttosto che quelle fisiche.	Heritage Landscape

5/ Tabella riassuntiva dei contributi di riferimento per l'Information Modeling per l'architettura del paesaggio.

5/ Tabella riassuntiva dei contributi di riferimento per l'Information Modeling per l'architettura del paesaggio

Anno	Autori	Titolo contributo	Tipologia	Titolo pubblicazione	Indagine/applicazione/ metodologia	Campo	
6	2018	Wik Knut Hallgeir, Sekse Marius, Enebo Bjørn Amund, Thorvaldsen Jostein	BIM for Landscape: A Norwegian Standardization Project	Rivista	<i>Journal of Digital Landscape Architecture</i> , 3, 2018, pp. 241-248, doi:10.14627/537642026.	Illustrano il progetto norvegese <i>BIM for landskap</i> che ha lo scopo di standardizzare le componenti del paesaggio.	IM per l'architettura del paesaggio
7	2016	Mengots Arturs	Review of digital tools for landscape architecture	Rivista	<i>Scientific Journal of Latvia University of Agriculture Landscape Architecture and Art</i> , 8, 8, 2016, pp. 72-77.	<p>Illustra un excursus degli strumenti digitali. Evidenzia in quali fasi della progettazione ogni strumento è adatto ed è usato.</p> <p>Mostra che le tecnologie digitali stanno diventando sempre più interattive e sempre più importanti nella pratica quotidiana per gli architetti del paesaggio.</p>	Teorico
8	2016	Brian Barth	The limits of BIM	Rivista	<i>Landscape Architecture Magazine</i> , 2016, pp. 118-126.	<p>Affronta il tema dell'IM nella progettazione del paesaggio.</p> <p>Dichiara che la complessità dei paesaggi rende difficile collegare ogni componente a un modello digitale perché i paesaggi sono molto più di un kit di parti.</p>	Teorico
9	2016	Landscape Institute		Monografia	<i>BIM for Landscape</i> . Abingdon: Routledge, 2016.	<p>È il risultato del lavoro di ricerca dell'istituto sull'IM per l'architettura del paesaggio.</p> <p>Identifica i problemi riguardanti le implicazioni dell'IM ed affronta l'implementazione e gli aspetti tecnologici.</p> <p>Mostra il <i>product data templates</i> della vegetazione.</p>	IM per l'architettura del paesaggio
10	2015	Abdirad Hamid, Lin Ken-Yu	Advancing in Object-Based Landscape Information Modeling: Challenges and Future Needs	Atti di convegno	In O'Brien William J., Ponticelli Simone (eds.). <i>Computing in Civil Engineering</i> . International Workshop on Computing in Civil Engineering (Austin, Texas, 21-23 giugno 2015). Reston: ASCE, 2015, pp.548-555, http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/9780784479247.068	<p>Sottolinea il problema inerente la tassonomia nei processi di IM per l'architettura del paesaggio.</p> <p>Dichiara che la tassonomia è carente e di conseguenza lo scambio di informazioni risulta non agevole.</p>	Review / Teorico

5/ Tabella riassuntiva dei contributi di riferimento per l'Information Modeling per l'architettura del paesaggio

Anno	Autori	Titolo contributo	Tipologia	Titolo pubblicazione	Indagine/applicazione/ metodologia	Campo	
11	2013	Nessel Andrew	The Place for Information Models in Landscape Architecture, or a Place for Landscape Architects in Information Models	Atti di convegno	In Buhmann E., Ervin S. M., Pietsch M. (eds.). <i>Digital Landscape Architecture</i> . Proceedings of Digital Landscape Architecture 2013 (Dessau, 6-8 June 2013). Berlin: Herbert Wichmann Verlag, 2013, pp.65-72.	Discute del dibattito etico all'interno del corpo professionale degli architetti paesaggisti riguardo l'IM per l'architettura del paesaggio.	Teorico
12	2013	Zajíčková Veronika, Achten Henri	Landscape Information Modeling. Plants as the components for information modelling	Atti di convegno	In Stouffs Rudi, Sariyildiz Sevil (eds.). <i>Computation and Performance</i> . Proceedings of the 31st International Conference on Education and research in Computer Aided Architectural Design in Europe (Delft, The Netherlands, 18-20 September 2013). Delft: TUDelft, 2013, vol. 2, pp. 515-524.	Definiscono uno schema di tassonomia per piante (altezza, perimetro di chioma e di tronco, famiglia, specie, stagione, età), edificio (dimensioni, materiali, collocazione), sito (dimensioni, funzioni, materiali, collocazione) e infrastruttura. _Sono tra i primi ad usare l'acronimo LIM.	IM per l'architettura del paesaggio
13	2013	Aguilar de Santana Sheyla	Modellazione del paesaggio urbano: nuovi paradigmi e sfide per la rappresentanza territoriale	Rivista	<i>DisegnareCON</i> , 11, 2013, pp. 162-174.	Sperimentazioni sul processo di modellazione parametrica.	Analisi e pianificazione urbana
14	2013	Aguilar de Santana Sheyla, Mourão Moura Ana Clara	Geodesign information management and parametric modeling of territorial occupation: new paradigms and challenges in territorial representation	Atti di convegno	In Ellul C., Zlatanova S., Rumor M., Laurini R. (eds.) <i>International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences</i> . 29th Urban Data Management Symposium (London, United Kingdom, 29-31 may 2013). 2013, vol. XL-4/W1, pp. 109-112.	Sperimentazioni sul processo di modellazione parametrica.	Analisi e pianificazione urbana
15	2013	Mourão Moura Ana Clara	Progettazione paesaggistica o parametrizzazione? Recenti tendenze in geo-tecnologie per la rappresentazione e pianificazione del territorio urbano	Rivista	<i>DisegnareCON</i> , 11, 2013, pp. 1-10.	Sperimentazioni sul processo di modellazione parametrica.	Analisi e pianificazione urbana

5/ Tabella riassuntiva dei contributi di riferimento per l'Information Modeling per l'architettura del paesaggio

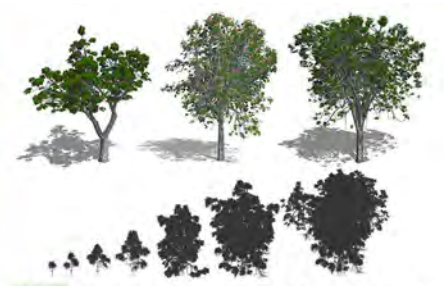
Anno	Autori	Titolo contributo	Tipologia	Titolo pubblicazione	Indagine/applicazione/ metodologia	Campo	
16	2012	Ahmad Ahmad Mohammad, Aliyu Abdullahi Adamu	The Need for Landscape Information Modelling (LIM) in Landscape Architecture	Atti di convegno	In Buhmann Erich, Ervin Stephen, Pietsch Matthias (eds.). <i>GeoDesign, 3D-Modeling and Visualization</i> . 13th Digital Landscape Architecture Conference (Dessau, 31 maggio-2 giugno 2012), 2012, pp. 531-540.	<p>_ Informa del dibattito etico all'interno del corpo professionale degli architetti paesaggisti riguardo l'IM per l'architettura del paesaggio.</p> <p>_ Analizza in letteratura le definizioni, i benefici e limitazioni del BIM nella progettazione del paesaggio.</p> <p>_ Discute dell'incompatibilità dei software nel flusso di lavoro degli architetti paesaggisti e dell'interoperabilità dei software.</p>	Review / Teorico
17	2011	Goldman Marc	Landscape Information Modeling.	Articolo web. Consultato il 31 marzo 2020	<i>DesignIntelligence</i> . (https://www.di.net/articles/landscape_information_modeling/)	<p>_ Afferma che esiste una discrepanza tra l'uso di strumenti di IM e l'architettura del paesaggio.</p> <p>_ Sottolinea la limitata maturità degli strumenti informatici, la difficoltà nello scambio di dati tra le diverse applicazioni, l'esistenza di alcune percezioni errate.</p>	Teorico
18	2011	Flohr Travis	A Landscape Architect's Review of Building Information Modeling Technology	Rivista	<i>Landscape Journal: design, planning, and management of the land</i> , 30, 1, 2011, pp. 169-170.	<p>_ Discute dell'incompatibilità dei software di IM nel workflow degli architetti paesaggisti.</p> <p>_ Affronta il dibattito etico presente all'interno del corpo professionale degli architetti paesaggisti, che non possono permettersi di essere lasciati fuori.</p> <p>_ Evidenzia come la questione, in realtà più ampia, riguardi sostanzialmente il ruolo del settore nell'ambito della progettazione in senso lato.</p>	Teorico



1 Semeraro *et al.* 2019, pp. 1-9.



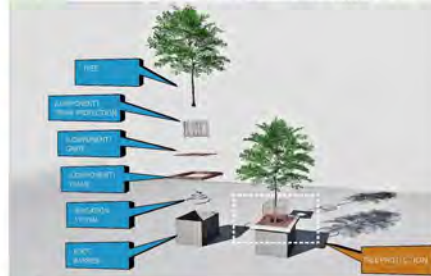
4 Fritsch *et al.* 2019, pp. 67-74.



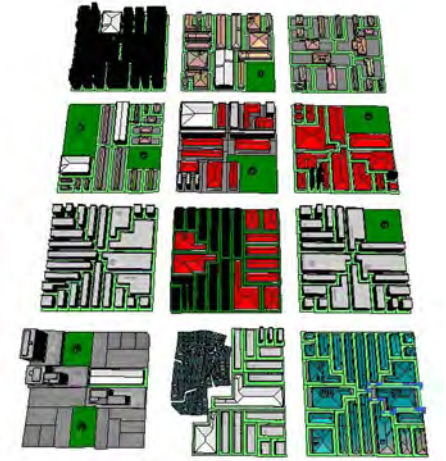
12 Zajičková, Achten 2013, pp. 515-524.

Type	SPECIFICATION									
	Program	Sketch	Concept	Design	Construction	Operation	Maintenance
Program	X									
Sketch		X								
Concept			X							
Design				X						
Construction					X					
Operation						X				
Maintenance							X			

2 Peters, Thon 2019, pp. 106-113.



6 Wik *et al.* 2018, pp. 241-248.



13 Aguilar de Santana 2013, pp. 162-174.



3 Cianci, Molinari 2019, pp. 269-276.

Template Category	Flora
Template Version	v6.1
Category Description	Plant species grown for the purpose of planting out in a
Classification System	
Classification	Value
Suitability for Use	
Template Custodian	Landscape Institute
Information Category	Parameter Name
Manufacturer Data	
Specifications	Supplier
Specifications	Supplier Website
Specifications	Product Range
Specifications	Product Model Number
Specifications	CE Approval
Specifications	Product Literature Webpage
Specifications	Product Features
Naming Data	
Specifications	Product Code
Specifications	Botanical Name
Specifications	Alternative Botanical Name
Specifications	Common Name
Specifications	Category or Class
Specifications	Sub-Category or Sub-Class
Nursery Stock Data (taken from BS 3639)	
Specifications	Height
Specifications	Spread
Specifications	Girth
Specifications	Clear Stem Height
Specifications	Number of Breaks or Buds
Specifications	Form Specified
Specifications	Age and Condition
Specifications	Root Condition and Protection
Specifications	Cell or Container Size
Specifications	Planting Medium
Specifications	Fertiliser
Specifications	Origin and Provenance
Specifications	Country or Place Grown
Planting Requirements	
Specifications	Aspect and Shading
Specifications	Acid or Alkaline
Specifications	Moisture
Specifications	UK Hardiness
Specifications	Soil Type
Planting Selection Data	
Specifications	Ultimate Height
Specifications	Ultimate Spread

9 Landscape Institute, 2016.



14 Aguilar de Santana *et al.* 2013, pp. 109-112.

6/ Abaco delle immagini relativo ai contributi di riferimento per l'Information Modeling per l'architettura del paesaggio.

lo sviluppo futuro che dovrebbe essere intrapreso a riguardo, cioè l'incremento di una migliore classificazione per gli elementi paesaggistici e i loro attributi, finalizzata a supportare processi di scambio di informazioni maggiormente automatizzati⁷¹. Il processo di modellazione parametrica è inteso come un modo di pensare e affrontare la realtà urbana, ossia come supporto alle domande spaziali e come proposta di simulazione del paesaggio urbano⁷².

Zajíčková e Achten⁷³ indagano l'estensione del concetto di *Information Modeling* al campo della progettazione del paesaggio, dichiarando che i vantaggi di un modello informativo del medesimo riguardano: la formalizzazione di conoscenza nella progettazione del paesaggio, una integrazione maggiore di partecipanti nella progettazione del paesaggio e un migliore scambio di informazioni tra la progettazione del paesaggio, l'architettura e il design urbano.

Essi delineano uno schema di ricerca che si concentra su due aspetti: conoscenza del sito (terreno, condizioni del terreno, clima) e conoscenza degli oggetti del paesaggio (chiamati "morbidi" come la vegetazione, e "duri" come il costruito). Per tali ragioni definiscono uno schema di tassonomia per piante (altezza, perimetro di chioma e di tronco, famiglia, specie, stagione, età), edificio (dimensioni, materiali, collocazione), sito (dimensioni, funzioni, materiali, collocazione) e infrastruttura. Essi sono tra i primi ad usare l'acronimo LIM. Una modellazione che include l'informazione, differenzialmente da una modellazione tridimensionale semplice, prevede che un albero abbia i parametri pertinenti per installarlo come il nome scientifico, la dimensione dell'apparato radicale, la dimensione della chioma, l'altezza di installazione, l'altezza che può raggiungere, oltre ad altre informazioni quali il fabbisogno di acqua e di sole, la stagionalità e il tempo di fioritura. Wik *et al.*⁷⁴ illustrano il progetto norvegese *BIM for landscape*⁷⁵ che ha lo scopo di standardizzare le componenti del paesaggio, affinché l'architetto paesaggista sia in grado di coordinare la progettazione olistica del paesaggio.

Gli autori evidenziano che un architetto paesaggista è responsabile, sia nei progetti infrastrutturali che in quelli locali del sito, della progettazione del terreno, della vegetazione, delle attrezzature esterne e delle costruzioni. Deve essere in grado, dunque, di realizzare modelli in conformità agli standard e ai requisiti del codice, coordinandosi con architetti e ingegneri. Per attuare ciò tutti i settori disciplinari devono essere inte-

grati in maniera intelligente. Cianci e Molinari⁷⁶ prendono in esame il tema dell'IM applicato ad uno spazio urbano della città consolidata e stratificata. Essi definiscono una metodologia che comprende l'acquisizione dati di una porzione urbana tramite laser scanner, la gestione della nuvola di punti, la modellazione parametrica di elementi antropici ed elementi vegetali, l'assegnazione di set di dati e di caratteristiche geometriche agli elementi modellati e la gestione del modello per la manutenzione e pianificazione.

Usando la terminologia LIM, affrontano l'attribuzione dei parametri delle componenti vegetazionali con la realizzazione di schede botaniche. In esse vi è una differenziazione dei metadati tramite abbreviazioni che consentono l'identificazione di dati di rilievo, i quali sono parametri di istanza relativi al singolo elemento rilevato, e dati botanici, i quali sono dati oggettivi relativi all'essenza arborea.

Fritsch, Clemen e Kaden⁷⁷ trattano il tema della modellazione del terreno, la cui superficie è stata ottenuta con una mesh a partire dalla nuvola di punti, e della sua complessa definizione nel momento in cui esso è intersecato o interrotto da elementi quali muri di sostegno complessi, terrazze, percorsi, scale. Usano un flusso di lavoro articolato, comprendente differenti software e differenti formati, dichiarando che la realtà è costituita dalla presenza di oggetti non sempre riconducibili alla standardizzazione. Riguardo al tema delle piante, sottolineano la necessità di definirne le proprietà (l'età, la larghezza della cima degli alberi, la circonferenza) e l'utilità di creare piante tridimensionali compreso il loro apparato radicale per le fasi di manutenzione e di gestione.

Questo può portare un vantaggio all'architettura del paesaggio, ma anche ad altri settori che analizzano l'ombreggiamento, la temperatura, il comportamento del vento, le condizioni sotterranee, ossia situazioni in cui l'elemento vegetale ha un ruolo non secondario.

Semeraro *et al.*⁷⁸ si prefiggono l'obiettivo di leggere gli elementi del paesaggio tramite l'utilizzo di piattaforme digitali orientate all'IM, al fine di sviluppare una procedura ottimizzata per raccogliere dati e definire delle linee guida per la valutazione dell'impatto paesaggistico e visivo.

Questo è condotto attraverso la realizzazione di mappe digitali, la modellazione di componenti parametriche con l'aggiunta di simulazioni di realtà virtuale e realtà aumentata pre e post progetto.

Anno	Organizzazione / Ente	Paese	Nome del progetto	Indagine/applicazione/metodologia
2018	<i>buildingSMART International</i>		<i>IFC for Site, Landscape and Urban Planning</i>	Call "per ampliare l'ambito dello schema IFC, nonché i flussi di lavoro standardizzati, affrontando il regno interstiziale tra l'edificio e il resto dell'ambiente costruito e natura."
2017	<i>buildingSMART Germany</i>	Germania	<i>BIM in der Landschaftsarchitektur</i>	Definizione di standard per l'IM sull'architettura del paesaggio.
2017	<i>buildingSMART Finland</i>	Finlandia	<i>MaisemaBIM</i>	Standardizzazione degli attributi per le componenti maggiormente utilizzate dai paesaggisti, tramite l'identificazione di nomenclature e attributi.
2015	<i>Statsbygg</i>	Norvegia	<i>BIM for landskapsarkitektur</i>	Modello informativo per l'architettura del paesaggio.
2014	ASLA	USA		<i>Integrating BIM Technology into Landscape Architecture</i> : pubblicazione, linee guida sui processi e la tecnologia dell'IM.
2013	<i>Landscape Institute</i>	Gran Bretagna		<i>Product data templates</i> : un insieme di possibili parametri per numerose categorie appartenenti al paesaggio, disposte in fogli di calcolo. <i>BIM for Landscape</i> : pubblicazione.

7/ La ricerca presso gli enti internazionali sull'Information Modeling per l'architettura del paesaggio.

Tali ricerche dimostrano che la questione non è soltanto l'incompletezza dei software verso il flusso di lavoro proprio dell'architettura del paesaggio, bensì la questione è **relativa ad** un modo di pensare e ad un modo di approcciare il tema. Esse manifestano un interesse verso l'argomento proveniente da più parti, seppur non ci sia un numero elevato di articoli a riguardo. Le ricerche sono condotte tramite metodologie indipendenti ed autonome, senza ricorrere ad un protocollo internazionale unificato, il quale è ancora carente. Evidenziano, infatti, la mancanza di una classificazione informativa standardizzata a livello internazionale. Per compensare ciò alcuni enti internazionali hanno avviato delle iniziative a riguardo, discusse nel paragrafo successivo.

2.6 La ricerca sull'IM per l'architettura del paesaggio presso gli enti internazionali

Al di là della materia unicamente tecnica, il quesito interessante da risolvere è: quali componenti del paesaggio possono essere rappresentate e quali informazioni possono essere fornite in un processo di IM⁷⁹?

Per rispondere a tale interrogativo, molteplici organizzazioni internazionali, in seguito all'iniziativa diffusa del corpo professionale, si sono adoperate per attivare gruppi di ricerca sulla tematica dell'IM rivolto all'architettura del paesaggio (fig. 7). A tal proposito, nel 2013 il *Landscape Institute*⁸⁰ ha iniziato a promuovere e ad appoggiare l'adozione dell'IM per

Template Category	Flora			
Template Version	v6.1			
Category Description	Plant species grown for the purpose of planting out in a landscape.			
Classification System				
Classification	Value			
Suitability for Use				
Template Custodian	Landscape Institute			
Information Category	Parameter Name	Value	Units	Notes
Manufacturer Data				
Specifications	Supplier		Text	
Specifications	Supplier Website		URL	
Specifications	Product Range		Text	
Specifications	Product Model Number		Text	Or Code
Specifications	CE Approval		Text	Number, Yes, No
Specifications	Product Literature Webpage		URL	
Specifications	Product Features		Text	Free text to describe product
Naming Data				
Specifications	Product Code		Text	
Specifications	Botanical Name		Text	
Specifications	Alternative Botanical Name		Text	Or Names
Specifications	Common Name		Text	Or Names
Specifications	Category or Class		List	Or Type. Select from list
Specifications	Sub-Category or Sub-Class		List	Select from list or type to define new value
Nursery Stock Data (taken from BS 3639 and NPS)				
Specifications	Height		cm	Range of values or Minimum value
Specifications	Spread		cm	Range of values or Minimum value
Specifications	Girth		cm	Range of values or Minimum value
Specifications	Clear Stem Height		cm	Range of values or Minimum value
Specifications	Number of Breaks or Buds		Nr	Minimum number of breaks or buds
Specifications	Form Specified		List	Select from list or type to define new value
Specifications	Age and Condition		List	Select from list or type to define new value
Specifications	Root Condition and Protection		List	Select from list or type to define new value
Specifications	Cell or Container Size		List	Select from list or type to define new value
Specifications	Planting Medium		List	Select from list or type to define new value
Specifications	Fertiliser		List	Select from list or type to define new value
Specifications	Origin and Provenance		Text	
Specifications	Country or Place Grown		Text	
Planting Requirements				
Specifications	Aspect and Shading		List	Select from list or type to define new value
Specifications	Acid or Alkaline		List	Select from list or type to define new value
Specifications	Moisture		List	Select from list or type to define new value
Specifications	UK Hardiness		List	Select from list or type to define new value
Specifications	Soil Type		List	Select from list or type to define new value
Planting Selection Data				
Specifications	Ultimate Height		cm	
Specifications	Ultimate Spread		cm	
Specifications	Years to Ultimate Height		Years	Enter approximate number of years
Specifications	Habit or Form		List	In its natural form or as maintained
Specifications	Foliage Texture		List	Select from list or type to define new value
Specifications	Foliage Colour		List	Select from list or type to define new value
Specifications	Foliage Colour Autumn		List	Select from list or type to define new value
Specifications	Foliage Persistence		List	Select from list or type to define new value
Specifications	Foliage Shape		List	Select from list or type to define new value
Specifications	Flower Type		List	Select from list or type to define new value
Specifications	Flower Colour		List	Select from list or type to define new value
Specifications	Flower Season		List	Select from list or type to define new value
Specifications	Winter Colour		List	Select from list or type to define new value
Specifications	Feature		List	Select from list or type to define new value
Specifications	Season of Interest		List	Select from list or type to define new value
Specifications	Edible or Cropping		Y/N	
Specifications	Suitability or Use		List	Select from list or type to define new value
Specifications	Scent		List	Select from list or type to define new value

8/ Product data template della vegetazione (PDT_Flora6_1) redatto dal Landscape Institute. Comprende: denominazione, dati dimensionali, requisiti di impianto, dati dell'essenza, dati sulle prestazioni, sostenibilità, operazioni e manutenzione. (Foglio di calcolo tratto da <https://www.landscapeinstitute.org/technical-resource/pdt-store/>).

favorire la competenza nella pratica digitale tra i suoi membri. Il gruppo di lavoro del LI, denominato *Digital Practice Group (ex BIM Group)*, ha sviluppato *product data templates (pdt)*, ossia un insieme di possibili parametri per numerose categorie appartenenti al paesaggio, disposte in fogli di calcolo⁸¹. I template riguardano: vegetazione, elementi di illuminazione, panchine, fioriere, elementi di protezione, recinzioni, terreni, pensiline, box per uccelli, attrezzature da gioco. Ogni elemento è classificato secondo le seguenti sotto-categorie: dati del produttore, applicazione, dati di costruzione, dati dimensionali, dati sulle prestazioni, sostenibilità, operazioni e manutenzione. Ogni criterio ha delle specifiche con dei valori già impostati e listati da selezionare.

Si tratta di una classificazione puntuale e sistematica la quale affronta per la prima volta il contenuto informativo che ogni elemento dovrebbe possedere nell'intero processo, essendo disponibile a tutti i soggetti coinvolti. Una menzione particolare merita il template dedicato alla vegetazione, comprendente: denominazione, dati dimensionali, requisiti di impianto, dati dell'essenza, dati sulle prestazioni, sostenibilità, operazioni e manutenzione⁸² (fig. 8).

Gli esiti della ricerca sono confluiti nella pubblicazione *BIM for Landscape* del 2016⁸³, il cui obiettivo è quello di aiutare gli architetti paesaggisti nel campo in oggetto, introducendo l'argomento, identificando i problemi riguardanti le implicazioni dell'IM ed affrontando l'implementazione e gli aspetti tecnologici.

Il valore di tale lavoro non è tanto negli aspetti tecnologici, ma nell'individuazione delle categorie, nella predisposizione delle sotto-categorie e nella specificazione puntuale dei parametri, di cui alcuni già impostati in liste che l'utente può scegliere e selezionare. Tale attività riduce il divario sulla tassonomia, della quale gli architetti paesaggisti lamentavano la carenza all'inizio del dibattito. Si tratta di un'operazione che può essere implementata, arricchita e aggiornata su ulteriori componenti del paesaggio. Pur mancando, allo stato attuale, un protocollo internazionale, tale lavoro potrebbe costituire la base da cui partire per disporre di standard uniformati.

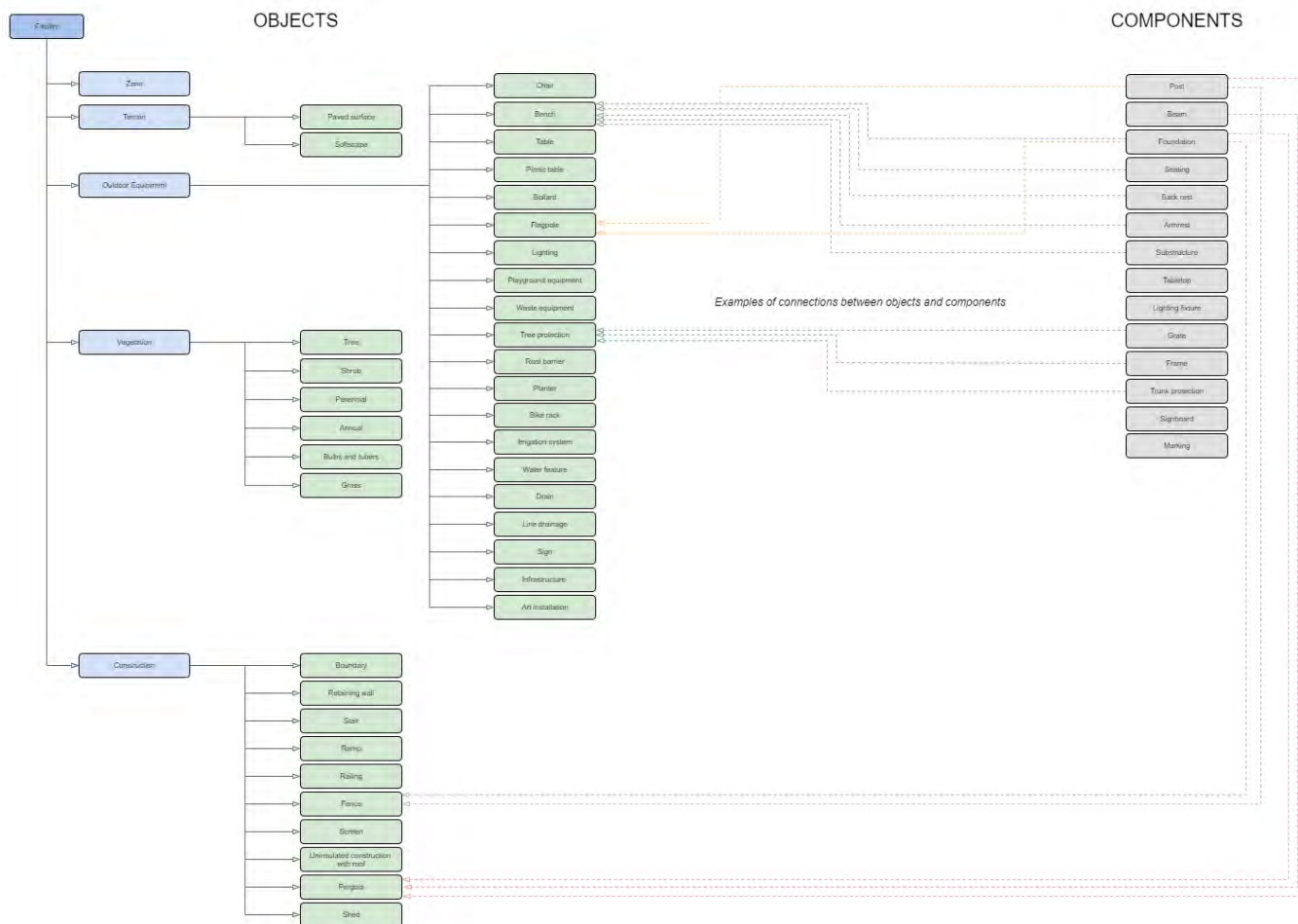
Nel 2014, ASLA ha pubblicato *Integrating BIM Technology into Landscape Architecture*⁸⁴, con l'obiettivo di fornire agli architetti del paesaggio statunitensi delle linee guida sui processi e la tecnologia dell'IM, per migliorare i flussi di lavoro nella progettazione del paesaggio.

Nel 2015, la Norvegia, tramite *Statsbygg*⁸⁵, ha avviato un gruppo di lavoro per lo sviluppo di un modello informativo per l'architettura del paesaggio, denominato *BIM for landscapearkitektur*, il quale prevede l'identificazione e la classificazione di potenziali componenti facenti parte dei modelli da usare in questo settore, a cui dovrà seguire l'implementazione dei contenuti nel software⁸⁶. Il modello informativo è costituito da sei oggetti principali, trentotto sotto-oggetti e quattordici componenti, disposti in una gerarchia di oggetti schematizzata tramite fogli di calcolo. Questi ultimi, la parte fondamentale dell'intero progetto, includono i parametri rilevanti per gli oggetti, i sotto-oggetti e le componenti, definendo le informazioni che li accompagneranno durante tutto il processo di IM (fig. 9). A completamento, si individuano sei fasi, ognuna delle quali corrisponde a un determinato livello di sviluppo grafico e informativo⁸⁷. Il merito di tale ricerca consiste nella progettazione della struttura gerarchica delle componenti. A differenza della ricerca del *Landscape Institute*, che definisce in maniera minuziosa i parametri delle singole categorie, questo studio norvegese include le relazioni gerarchiche tra di esse.

Nel 2017, la Finlandia ha avviato un'indagine su tale campo definito *MaisemaBIM*, finalizzato alla standardizzazione degli attributi per le componenti maggiormente utilizzate dai paesaggisti, tramite l'identificazione di nomenclature e attributi⁸⁸.

Nel 2017 in Germania, il consiglio di *buildingSMART Germany* ha formato il gruppo *BIM in der Landschaftsarchitektur*, responsabile Andreas Thon, professore di ingegneria strutturale in architettura del paesaggio dell'università di *Geisenheim University of Applied Sciences*⁸⁹, il cui obiettivo è definire standard che permetteranno ai paesaggisti e pianificatori di lavorare con processi di IM⁹⁰.

Nel 2018, *buildingSMART International*, l'organizzazione mondiale degli standard IFC, ha dato il via al progetto internazionale "*IFC for Site, Landscape and Urban Planning*" (responsabile Jeffrey W. Ouellette) con una call (2019-aprile 2020) rivolta ad esperti (architetti del paesaggio, botanici, ingegneri, geometri, autorità governative) con lo scopo di "ampliare l'ambito dello schema IFC, nonché i flussi di lavoro standardizzati, affrontando il regno interstiziale tra l'edificio e il resto dell'ambiente costruito e natura", poiché "vi è ancora una mancanza di conoscenza o applicazione di compe-



9/ Progetto di ricerca della Norvegia, denominato BIM for landskapsarkitektur, il quale prevede l'identificazione e la classificazione di potenziali componenti facenti parte dei modelli da usare nel settore dell'architettura del paesaggio. (Immagine tratta da: http://bimforlandskap.no/wp1/objekthierarki/objekthierarki_eng.html).

tenze nell'area del sito, del paesaggio e della progettazione urbana"⁹¹. L'intenzione è quella di unire gli sforzi intrapresi in maniera indipendente dai differenti Paesi, dalle agenzie governative, dalle associazioni professionali e da *building-SMART* in un unico progetto collettivo, considerati gli obiettivi comuni.

Al termine di questa rassegna dei progetti di ricerca e di sviluppo messe in atto da più enti, che afferiscono a differenti Paesi, è evidente che essa documenta la consapevolezza che il manufatto architettonico è parte integrante di un sistema più vasto il quale non può essere omesso o trascurato. Documenta, inoltre, la presa di coscienza di una lacuna esistente e di una questione da risolvere e, contemporaneamente, che il dibattito è aperto e in continuo aggiornamento.

Tali iniziative, alcune agli esordi mentre altre maggiormente sviluppate, dimostrano la volontà di migliorare la relazione

tra il settore dell'architettura del paesaggio e l'ambiente costruito. Emerge un interesse rivolto non soltanto agli aspetti tecnologici, ma soprattutto alla gestione delle informazioni digitali e alle modalità per ottimizzare e potenziare i processi di informazione. L'obiettivo di tali lavori, infatti, costituiti da un insieme di elenchi, parametri, definizioni all'interno di una classificazione gerarchica, è quello di integrare le energie e le strategie verso uno standard unificato che possa permettere agli sviluppatori di realizzare adeguati strumenti tecnici e informatici nei software, per la modellazione di oggetti del paesaggio.

Tale impegno di competenze e di finalità comprova quanto sia importante, a monte, l'individuazione e la progettazione dei contenuti informativi.

Nonostante l'interesse dei singoli Paesi, una uniformità internazionale ancora non è stata raggiunta.

Note

1 Dopo il secondo dopoguerra i primi calcolatori, sviluppati inizialmente per scopi militari, sono stati usati per redigere cartografie. Nell'ambiente militare il coinvolgimento è stato favorito da due ambiti di interesse: i metodi di rilevamento con tecniche di *remote sensing* (la NASA per prima ha sperimentato le potenzialità delle immagini satellitari) e lo sviluppo del sistema GPS (il lancio dello Sputnik del 1957 ha dimostrato che la trasmissione di onde radio da parte di un satellite determina la localizzazione di un ricevitore sulla Terra). A tal proposito cfr. Salzotti 2012, p. 59. Dainelli *et al.* 2008, p.13. Biallo 2005, p. 6.

2 Salzotti 2012, p. 59.

3 Goodchild 2018, p. 1.

4 Nel laboratorio di Harvard sono stati sviluppati: CALFORM per restituzioni di alta qualità tramite plotter a penne, SYMVU per realizzare viste in tre dimensioni; GRID per l'elaborazione di dati in formato raster, POLYVRT per la conversione dei formati; ODYSSEY, il primo software GIS commerciale che introduceva il concetto di topologia di overlay mapping. Biallo 2005, p. 6.

5 Gli anni Settanta hanno visto l'evoluzione degli applicativi, ma soltanto con gli anni Ottanta si è ottenuta una resa grafica migliore grazie al progresso degli *hardware* e all'integrazione di *Computer-Aided Design* (CAD) e *Computer-Aided Mapping* (CAM). Negli anni Novanta sono stati elaborati software *Desktop Mapping*, ossia versioni con una interfaccia grafica da installare su *personal computer*. Negli anni Duemila c'è stata la diffusione di web-GIS grazie alla rete internet che consente di fruire di dati, archivi digitali e cartografie on line senza installare nessun applicativo. A tal proposito cfr. Salzotti 2012, p. 59. Bocconcino 2015, p. 222.

6 Maguire 1997, p. 10.

7 Department of Environment 1987, p. 132.

8 Parker 1988, p. 1547.

9 Smith *et al.* 1987, p. 13.

10 Ozernoy, Smith e Sicherman 1981, p. 92.

11 Burrough 1986, p. 6.

12 I termini Sistema Informativo Territoriale (SIT) e Geographic Information System (GIS) sono utilizzati in Italia in due modi: alcuni autori li usano come sinonimi; altri autori tendono a differenziarne l'uso, secondo la storica definizione di Mogorovich e Mussio "Un sistema informativo territoriale indica il complesso di uomini, strumenti e procedure (spesso informali) che

permettono l'acquisizione e la distribuzione dei dati nell'ambito dell'organizzazione e che li rendono disponibili, validandoli, nel momento in cui sono richiesti a chi ne ha la necessità per svolgere una qualsivoglia attività". Mogorovich, Mussio 1988, p. 503. In questa definizione si sottolinea l'apporto delle scelte umane. Alcuni autori associano il GIS all'ambito tecnologico-applicativo mentre associano il SIT all'ambito amministrativo. In questa sede, onde evitare di generare inutili confusioni, si intendono come sinonimi.

13 Martone 2012, p. 413.

14 Maguire 1997, p. 13.

15 Longley *et al.* 2005, p. 11.

16 Goodchild 1992, p. 37.

17 Viana, Abrantes, Rocha 2019, p.5.

18 Reitsma 2013, p. 218.

19 Sito web "Covid-19 Situazione Italia", Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile. (<https://opendatadpc.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/b0c68bce2cce478eaac82fe38d4138b1>). Consultato il 26 febbraio 2021.

20 Giandebiaggi, Vernizzi 2009, pp. 167-172.

21 Ferrighi 2016, pp. 44-49.

22 Bruno *et al.* 2015, pp. 189-203. Zerbi, Bruno 2015, pp. 879-886. Bruno *et al.* 2016, pp. 163-170. Zerbi 2016, pp. 107-116. Le tematiche sono ulteriormente sviluppate con l'integrazione tra GIS e BIM in Bruno *et al.* 2020.

23 Vernizzi 2016, pp. 99-107.

24 Gómez-Blanco Pontes, Reinoso Gordo, Acale Sánchez 2019, p. 72.

25 Ippoliti 2010, pp. 240-259.

26 Ivi, p. 241.

27 Pierdominici 2016, pp.133-142.

28 Abbreviazione di *shapefile*, formato vettoriale per sistemi informativi geografici.

29 Spasiano, Nardi 2019, p. 38.

30 Ivi, p. 39.

31 Dovarch, Tedeschi 2019, p. 81.

32 Ture 2017, p. 42.

33 Bocconcino 2015, p. 229.

34 Del Giudice 2015, pp. 259-267.

35 Vernizzi, Zerbi 2019, pp. 117-128.

36 Goodchild 2018, p. 3.

37 Mengots Arturs 2016, pp. 72-77.

38 Biljecki *et al.* 2015, pp. 2842-2889.

- 39 Emler, Bianconi, Bagagli 2006, pp. 105-196.
- 40 Brusaporci *et al.* 2012, pp. 315-322.
- 41 *Ivi*, pp. 315.
- 42 Mingucci *et al.* 2013, pp. 1-10.
- 43 Bertocci *et al.* 2014, pp. 1-20.
- 44 Cigola 2010, pp. 212-217. Pelliccio 2010, pp. 218-232. Pelliccio, Cigola, Vallerotonda 2008, pp. 1-9.
- 45 Ippoliti, Meschini, Moscati 2008, pp. 1-10. Ippoliti, Moscati 2010, pp. 310-319. Ippoliti, Meschini 2011, pp. 1-9.
- 46 Bertozzi, Baratin, Moretti 2016, pp. 1-10. Baratin, Bertozzi, Moretti 2015, pp. 41-58. Baratin, Bertozzi, Moretti 2014, pp. 73-84.
- 47 *Triangulated Irregular Network*, ossia un modello vettoriale costituito da superfici triangolari.
- 48 Parrinello *et al.* 2018, pp. 2-26.
- 49 Parrinello 2012, pp. 418-423. Parrinello 2012, pp. 1-6. Parrinello 2011, pp. 103-111.
- 50 Antuono 2019, pp. 157-168.
- 51 Bianchi, D'Uva, Rolando 2019, pp. 533-537.
- 52 Il DEM è il modello digitale di elevazione, ossia è una rappresentazione raster a scala di colore della superficie della Terra, senza volumi costruiti e vegetazione, per cui ad ogni punto x, y di un certo valore tonale, corrisponde un valore di quota.
- 53 Bruno *et al.* 2020, pp. 428-434.
- 54 Del Giudice 2015, pp. 259-267.
- 55 Osello 2015, p. 9-27.
- 56 Kumar *et al.* 2019, pp. 42-43.
- 57 Messina, D'Agostino 2019, pp. 181-191.
- 58 Flohr 2011, pp. 169-170. Ahmad, Aliyu 2012, pp. 531-540. Brian 2016, pp. 118-125.
- 59 Flohr 2011, pp. 169-170.
- 60 Flohr dichiara l'incompatibilità di Autodesk Revit nel workflow degli architetti paesaggisti, per cui è necessario utilizzare Autodesk Civil 3D. Aggiunge che nonostante Nemetschek Vectorworks offra un panorama sensato di soluzioni per l'architettura del paesaggio per BIM, esso non si integra bene con gli altri software.
- 61 "Fondata nel 1899, l'*American Society of Landscape Architects* (ASLA) è l'associazione professionale degli architetti paesaggisti negli Stati Uniti, che rappresenta più di 15.000 membri. Gli architetti del paesaggio guidano la pianificazione, la progettazione e la gestione di ambienti sani, equi, sicuri e resilienti. La missione della Società è far progredire l'architettura del paesaggio attraverso la difesa, la comunicazione, l'istruzione e l'amicizia". (<https://www.asla.org/aboutasla.aspx>). Consultato il 17 maggio 2020.
- 62 Nel 2007, Mark Lindhult (FASLA, direttore del programma MLA dell'Università di Massachusetts Amherst) e James Sipes (uno dei primi architetti del paesaggio ad adottare l'IM per scopi di architettura del paesaggio) hanno contattato Autodesk con una proposta per personalizzare il software Revit per scopi di architettura del paesaggio, nome in codice *Project Olmsted*. Tuttavia tale proposta non si è concretizzata, sebbene inizialmente ci sia stato un interesse a riguardo da parte dell'azienda. Brian 2016, p. 118-119.
- 63 Goldman 2011.
- 64 Ahmad, Aliyu 2012, pp. 531-539.
- 65 "Con il termine ontologia in informatica e nella computer science si intende lo studio dei problemi della semantica dell'informazione e dell'organizzazione di insiemi di concetti e la possibilità di individuare degli standard di interoperatività fra sistemi di conoscenza. [...] Nella progettazione di software o di database fondati su programmi che gestiscono basi di conoscenza, un'ontologia informatica viene stabilita strutturando gerarchicamente un insieme di concetti e definendone e descrivendone le relazioni semantiche". (https://www.treccani.it/enciclopedia/ontologia-informatica_%28Lessico-del-XXI-Secolo%29/). Consultato il 02 aprile 2020.
- 66 "In generale, IFC, o *Industry Foundation Classes*, è una descrizione digitale standardizzata dell'ambiente costruito, inclusi edifici e infrastrutture civili. È uno standard internazionale aperto (ISO 16739-1: 2018), pensato per essere indipendente dal fornitore o indipendente e utilizzabile su un'ampia gamma di dispositivi hardware, piattaforme software e interfacce per molti casi d'uso diversi. Nello specifico, lo schema IFC è un modello di dati standardizzato che codifica, in modo logico l'identità e la semantica, le caratteristiche o gli attributi e relazioni di oggetti, concetti astratti, processi e persone. [...] IFC viene generalmente utilizzato per scambiare informazioni da una parte all'altra per una specifica transazione commerciale". (<https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>). Consultato il 15 aprile 2020.
- 67 "Il termine tassonomia è usato per indicare lo studio teorico della classificazione, attraverso la definizione esatta dei principi, delle procedure e delle norme che la regolano. [...] Più in generale, branca della scienza che studia i metodi di ordinamento in sistema degli elementi, delle conoscenze, dei dati, delle teorie appartenenti a un determinato ambito scientifico". (<https://www.treccani.it/vocabolario/tassonomia/>). Consultato il 02 aprile 2020.
- 68 Abdirad, Lin 2015, pp. 548-555. Zajíčková, Achten 2013, pp. 515-523. Nessel 2013, pp. 65-72.
- 69 A tal proposito, si veda il paragrafo successivo in cui sono

illustrate le iniziative degli enti internazionali per affrontare tale materia.

70 Researchgate.net, Academia.edu, Google Scholar, Google Book.

71 Abdirad, Lin 2015, pp. 548-555.

72 Mourão Moura 2013, pp. 1-10. Aguilar de Santana, pp. 162-174. Aguilar de Santana, Mourão Moura 2013, pp. 1-4.

73 Zajičková, Achten 2013, pp. 515-523.

74 Wik *et al.* 2018, pp. 241-248.

75 Tale progetto è illustrato nel paragrafo seguente.

76 Cianci, Molinari 2019, pp. 269-276.

77 Fritsch, Clemen, Kaden 2019, pp. 67-74.

78 Semeraro *et al.* 2019, pp. 1-9.

79 Yang *et al.* 2019, pp. 1221-1227.

80 Dal 1930 nel Regno Unito il “*Landscape Institute* (LI) è l’ente abilitato alla professione paesaggistica. È un ente di beneficenza educativo che promuove l’arte e la scienza della pratica del paesaggio. L’obiettivo della LI, attraverso il lavoro dei suoi membri, è quello di proteggere, conservare e valorizzare l’ambiente naturale e costruito a beneficio del pubblico. Il LI offre una casa professionale per tutti i professionisti del paesaggio, inclusi scienziati del paesaggio, pianificatori del paesaggio, architetti del paesaggio, gestori del paesaggio e progettisti urbani.” (<https://www.landscapeinstitute.org/about/about-the-landscape-institute/>). Consultato il 13 maggio 2020.

81 I template sono consultabili e accessibili liberamente al sito <https://www.landscapeinstitute.org/technical-resource/pdt-store/>. Consultato il 13 maggio 2020.

82 Denominazione (nome botanico, categoria, sottocategoria); dati dimensionali (altezza, propagazione, circonferenza, età e condizione, condizione e protezione delle radici, dimensione cella o contenitore, terreno di impianto, origine e provenienza, Paese); requisiti di impianto (aspetto e ombreggiatura, acido o alcalino, umidità, tipo di terreno); dati dell’essenza (altezza massima, anni alla massima altezza, abitudine o forma, texture fogliame, colore fogliame, fogliame colore autunno, persistenza del fogliame, forma del fogliame, tipo di fiore, colore del fiore, stagione dei fiori, colore invernale, caratteristica, stagione di interesse, commestibile o ritaglio, idoneità o utilizzo, profumo); dati sulle prestazioni (tasso di crescita, vita efficace, zona USDA massima, zona USDA minima, tolleranza, tossicità, spine o punte, biodiversità, clima, regione nativa); sostenibilità; operazioni e manutenzione (quotidiana, settimanale, mensile, trimestrale).

83 *Landscape Institute* 2016, pp. 1-174.

84 Sipes 2014, pp. 1-115.

85 *Statsbygg* è l’agenzia governativa norvegese che gestisce il patrimonio immobiliare pubblico, attraverso servizi di costruzione e gestione della proprietà per conto del governo.

86 (<http://bimforlandskap.no/>). Consultato il 17 maggio 2020.

87 Wik *et al.* 2018, pp. 241-248.

88 (<https://buildingsmart.fi/maisemabim-nimikkeistotyto-jamallinnustarkkuuden-maarittely-on-valmistunut/>). Consultato il 18 maggio 2020.

89 (<https://www.buildingsmart.de/buildingsmart/aktuelles/neu-buildingsmart-fachgruppe-bim-der-landschaftsarchitektur>). Consultato il 18 maggio 2020.

90 Peters, Thon 2019, pp. 106-113.

91 “Molti elementi relativi al sito e al paesaggio - come alberi, piante sottostanti / copertura del suolo, marciapiedi / percorsi, arredi del sito, strutture di drenaggio, strati e forme geotecniche e corpi idrici - non hanno una rappresentazione semantica o geometrica esplicita all’interno dello schema e si basano sull’utilizzo di *IfcBuildingElementProxy* con regole di denominazione personalizzate e set di proprietà per definirli. Attualmente, molte parti della comunità *buildingSMART International* stanno intraprendendo una grande mole di lavoro per affrontare il modo in cui lo schema IFC può essere esteso per esprimere infrastrutture costruite - strade, ferrovie, ponti, tunnel e altro, così come i loro oggetti costitutivi - consentendo in tal modo una descrizione più ampia dell’ambiente costruito [...]. Tuttavia, c’è ancora una mancanza di conoscenza o applicazione di competenze nell’area del sito, del paesaggio e della pianificazione, progettazione urbana per creare espressioni nello schema IFC e flussi di lavoro standardizzati pratici”. (<https://www.buildingsmart.org/ifc-for-site-landscape-and-urban-planning-call-for-participation/>). Consultato il 15 aprile 2020.

*“Se si vuole descrivere un luogo,
descriverlo completamente,
non come un'apparenza momentanea
ma come una porzione di spazio che ha una buona forma,
un senso e un perché,
bisogna rappresentarlo attraversato
dalla dimensione del tempo,
bisogna rappresentare tutto ciò
che in questo spazio si muove,
d'un moto rapidissimo o con inesorabile lentezza:
tutti gli elementi che questo spazio contiene
o ha contenuto nelle sue relazioni passate, presenti e future.*

*Cioè la vera descrizione di un paesaggio
finisce per contenere la storia di quel paesaggio,
dell'insieme di fatti che hanno lentamente contribuito
a determinare la forma con cui esso si presenta ai nostri occhi,
l'equilibrio che manifesta in ogni suo momento
tra le forze che lo tengono insieme
e le forze che tendono a disgregarlo”*

Italo Calvino

Savona: storia e natura.

In Ferro rosso, terra verde. Genova: Italsider, 1974, prefazione.

3. Lettura, conoscenza e rappresentazione del sistema storico-ambientale

3.1 Introduzione

Scopo principale del capitolo è ragionare sul ruolo della Rappresentazione nell'analisi, nella conoscenza e nella figurazione del sistema storico-ambientale, ossia l'insieme di relazioni che intercorrono tra gli aspetti fisico-naturalistici e gli aspetti antropici. Il caso studio è l'ambito del Parco Archeologico dell'Appia Antica inteso come parte integrante dell'area romana. Nel secondo paragrafo sono esposti i criteri adottati come principi di lettura e di indagine, che conseguentemente definiscono il tipo di rappresentazione utilizzata: identificazione dei fattori fisici e quelli antropici tra loro interrelati, l'aspetto interscalare e la lettura sintetica dei caratteri strutturali. Nel terzo paragrafo è illustrata la metodologia di studio che si fonda sull'individuazione dei sistemi naturali e antropici tramite la classificazione in componenti e sull'attenzione al significato delle parole, per legare significato e significante di ciascuna componente, ossia concetto e suo segno grafico. Il quarto e il quinto paragrafo, più teorici, approfondiscono i concetti di struttura e di costruzione del paesaggio dell'area romana con lo scopo di sostenere ed avvalorare la rappresentazione alla scala antropogeografica.

Fissate, dunque, le argomentazioni che muovono le ragioni della rappresentazione, i paragrafi successivi analizzano le singole componenti: idrografia, morfologia, infrastrutture e strutture antropiche e le aree libere. La rappresentazione tenta di conferire un'identità al luogo considerato come insieme ambientale totale.

Il sesto e settimo paragrafo esaminano le componenti idrografica e morfologica tramite mappature sintetiche in ambiente GIS che evidenziano i segni artefici della genesi dell'area romana e l'articolazione delle acque e dell'orografia dell'area presso la via Appia Antica. L'ottavo paragrafo affronta le strutture antropiche storiche in rapporto alla fisicità mentre il nono paragrafo tocca il tema delle aree libere come anticipazione della discussione sulle trame verdi sviluppata nel capitolo successivo.

3.2 Criteri di lettura

I criteri adottati per l'analisi e la rappresentazione dei contesti urbani e territoriali pongono al centro il sistema storico-ambientale, ossia l'insieme delle relazioni che intercorrono tra gli aspetti fisico-naturalistici e gli aspetti antropici verificatesi nel corso della storia¹.

Vittoria Calzolari² scrive

L'ipotesi di fondo [...] è che le risorse e i caratteri fisico-naturalistici e quelli storici – considerati come sistema e nella loro reciproca interrelazione – siano da assumere come elemento primario e prioritario, ordinatore e qualificatore nella riorganizzazione fisica, funzionale e formale del territorio antropizzato³.

Il primo assunto sostanziale della ricerca si basa su una Rappresentazione che, prendendo come riferimento tale presupposto, sviluppa la lettura del paesaggio proprio tramite l'individuazione dei fattori fisici e dei fattori antropici, che sono indagati nella loro vicendevole influenza e correlazione, dalla quale derivano i caratteri del paesaggio dell'area romana. Tale rapporto, che lega in maniera inscindibile le forme del territorio e le azioni dell'uomo, può essere rintracciato alla piccola e alla grande scala⁴.

È imprescindibile, dunque, porre attenzione ai “segni” presenti nella città e nelle sue propaggini più esterne, attraverso i quali è possibile leggere la storia di quel preciso contesto, intesa non semplicemente come susseguirsi di eventi storici, bensì come il complesso processo di acquisizione antropica, il quale lo ha trasformato nel tempo. L'uomo, impossessandosi del territorio, ha generato una continua scrittura, cancellazione e riscrittura di tracce che, attualmente, risultano più o meno evidenti, nascoste o manifeste, labili o persistenti nello scenario urbano della città contemporanea stratificata⁵.

Il secondo assunto si poggia nel considerare l'aspetto interscalare, cioè leggere i segni, sia naturali e sia artificiali, nella

Sara Colaceci

Sistema	Componente	Significato
Idrografia		
Caratteri naturali	Sistema idrografico principale	Corso d'acqua principale del bacino di appartenenza. Nel caso in esame esso è il fiume Tevere.
	Reticolo idrografico	Insieme dei fossi affluenti del fiume Tevere.
Morfologia		
Caratteri naturali	Pianoro	Partizione fisica debolmente modellata dalla forma appiattita e morbida, cioè con la parte sommitale pianeggiante (plateau). E' costituita dal sovrapporsi di depositi vulcanici consolidati eruttati dal distretto dei Colli Albani. Essa si presenta topograficamente più elevata rispetto alle valli che la delimitano.
	Valle	Area pianeggiante incisa dall'erosione degli affluenti del Tevere, costituita da terreni argillosi e sabbiosi depositati dalle acque. Si presenta con una forma ampia e regolare con versanti poco acclivi.
Vegetazione		
Caratteri naturali	Prato naturale incolto	Area a prato non coltivata e non destinata al pascolo.
	Formazioni vegetali	Masse alberate, arboree ed arbustive.
Infrastrutture		
Caratteri antropici	Infrastruttura viaria	Insieme dei tracciati viari storici e moderni.
	Infrastruttura idrica	Insieme degli acquedotti romani.
	Infrastruttura difensiva	Mura della città.
Insedimento		
Caratteri antropici	Edificato urbano	Insieme degli edifici costruiti.
	Principali permanenze storiche	Principali presenze di valore storico, identitario, culturale.

1/ Classificazione in sistemi, in componenti e loro significato.

loro interezza e nella loro continuità, se si vuole intraprendere un qualsiasi ragionamento sul rapporto tra antropizzazione, paesaggio, ambiente e territorio⁶.

Questo vuol dire che ciascun elemento (un segno d'acqua, uno spazio verde urbano, una presenza archeologica, una porzione di tessuto edilizio, un tracciato) deve essere valutato nell'insieme totale di cui fa parte o, per meglio dire, nel sistema di cui è parte integrante. Esiste sempre un contesto più ampio entro il quale ogni elemento si inserisce, quindi individuare la relazione che intercorre tra esso e il contesto è basilare per comprendere, leggere e rappresentare entrambi⁷. Il terzo assunto si fonda sulla lettura sintetica dei caratteri strutturali, ossia quelli che strutturano, ordinano e qualificano lo spazio territoriale, poiché permettono di stabilire le relazioni paesaggistiche, ovvero i caratteri propri del paesaggio⁸. Essi possono essere corsi d'acqua con il relativo bacino idrografico, specifici rilievi montuosi oppure alcune infrastrutture storiche che hanno condizionato l'ambiente e lo sviluppo antropico.

Questi ragionamenti e concetti costituiscono i costrutti teorici da cui porre le fondamenta per una valida e competente rappresentazione del paesaggio intesa, in questo capitolo, come lettura, conoscenza e rappresentazione del sistema storico-ambientale.

3.3 Metodologia

L'analisi, la conoscenza e la rappresentazione dei contesti territoriali si compiono tramite un doppio livello di indagine, che tiene insieme gli aspetti propriamente metodologici con gli aspetti maggiormente figurativi.

Il primo livello di indagine affronta l'individuazione dei sistemi (morfologia, idrografia, vegetazione, infrastrutture, insediamento) e delle componenti specifiche che di essi fanno parte⁹ (fig. 1).

Governare la complessità e l'articolazione delle componenti è operazione fondativa dell'assetto gerarchizzato e classificatorio¹⁰. Classificare gli elementi, secondo un ordine di conoscenza dei medesimi all'interno di sistemi più grandi, permette di avere una gerarchia ragionata senza cadere in una semplificazione che potrebbe indebolire l'argomentazio-

ne del pensiero, originando modelli concettuali stratificati ai quali corrispondono codici di rappresentazione che devono necessariamente dialogare con quelli degli altri strati¹¹.

La scomposizione e la catalogazione dei fenomeni sono tesi alla conoscenza e alla comprensione, quindi devono garantire il livello qualitativo delle informazioni. La sintesi grafica relazionata alla conoscenza deve essere in equilibrio con il grado di discretizzazione, in maniera tale da mantenere l'informazione.

In tale fase della ricerca, occorre passare dallo sguardo prospettico e parziale della realtà sensibile allo sguardo zenitale e assoluto della mappa, finalizzato alla lettura degli elementi fisici tramite i documenti cartografici. È necessario poi decodificare le trame cartografiche in segni grafici che corrispondono a precisi fattori fisici. L'analisi della conformazione morfologica consente di individuare ambiti geografici specifici, i quali presentano una costituzione e una caratterizzazione dovute alla loro natura intrinseca che può essere trasposta in figure identificabili e pronunciabili (pianori, valli, crinali, corsi d'acqua e così via)¹².

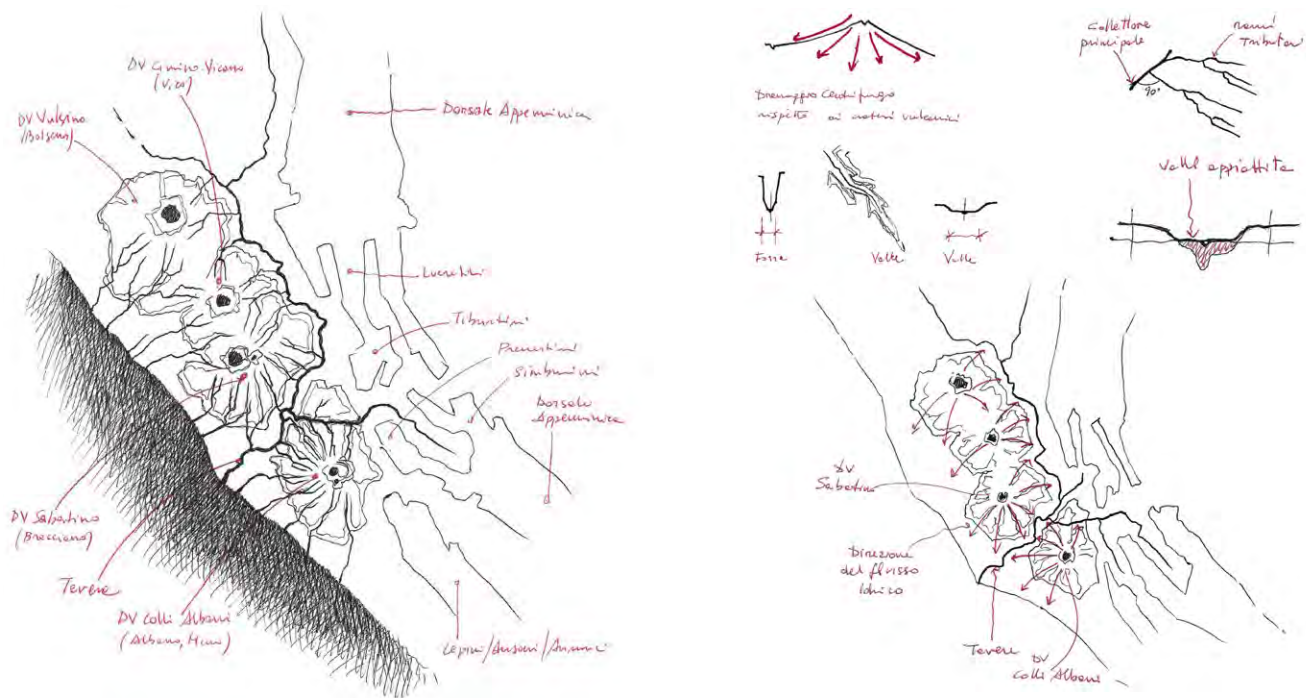
La cartografia, in particolare quella storica, non è intesa come un documento statico che denuncia uno stato di fatto, bensì come una rappresentazione "dinamica" poiché rivela l'evoluzione dello spazio nel tempo e rileva segni spesso attualmente nascosti o modificati dall'uomo¹³.

L'impostazione metodologica e la volontà di classificare e decidere quali elementi rappresentare hanno dialogato mutuamente con la rappresentazione, che non è fine a sé stessa bensì validata e avvalorata da un processo metodologico che basa le sue ragioni nella natura fisica, "formale", dimensionale, in altre parole, concreta e tangibile, di tutti quegli elementi della realtà territoriale e urbana che costituiscono la città. Una città la quale è caratterizzata da eterogenee stratificazioni naturali e antropiche, rese maggiormente complesse dalle trasformazioni prodotte dall'uomo nel corso del tempo¹⁴.

Il secondo livello di indagine affronta il significato lessicale appartenente ai sistemi e alle componenti, ossia il concetto proprio e in uso nelle discipline dell'architettura del paesaggio e, in alcuni casi specifici, della geologia.

Parole e immagini sono entrambe necessarie, si sostengono a vicenda nella rappresentazione del paesaggio e degli elementi che ne fanno parte. Tale passaggio di stato dal significato al significante di ciascuna componente, ossia dal concetto al

Sara Colaceci



2/ Sara Colaceci. Disegno di studio relativo ai segni portanti dell'organizzazione spaziale fisica: il Tevere, i suoi affluenti, e le partizioni morfologiche vulcaniche.

3/ Sara Colaceci. Disegni di studio riguardanti il flusso idrico. Esso è centrifugo rispetto ai crateri e determina un disegno di suolo che rivela la sua natura costitutiva.

suo segno grafico è operazione sostanziale, poiché dona un fondamento alla rappresentazione. Essa esprime un valore comunicativo rispetto a ciò che sta descrivendo.

In tal modo, ad esempio, la rappresentazione di un fosso non può ignorare la sua conformazione lineare, la variazione di sezione, l'attacco al piano di fondovalle, il legame con la vegetazione ripariale, l'essere elemento non isolato, ma necessariamente connesso ad altre componenti che determinano e qualificano il sistema idrografico.

La rappresentazione, dunque, non è soltanto immagine visuale ma ha in sé la consapevolezza di due parti concatenate e interdipendenti, ossia la conoscenza del contenuto e la sua espressione grafica, sostenuta secondo modalità analogiche tradizionali e modalità digitali informative.

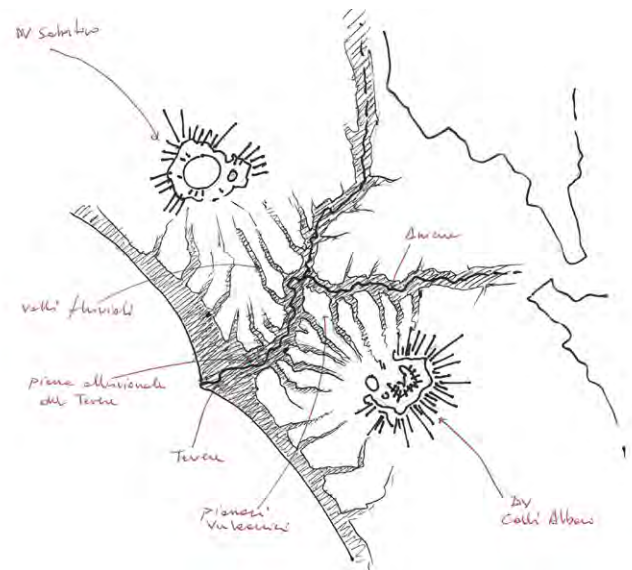
3.4 Struttura del paesaggio

L'analisi dei grandi sistemi ambientali permette di individuare la costruzione e la struttura del paesaggio; in effetti alla scala geografica si comprende l'importanza e l'estensione del fiume Tevere che, con l'Aniene e i suoi affluenti, determina un'idrografia specifica per questa porzione di spazio territoriale. Essa è caratterizzata dal corso d'acqua principale (Tevere) e dal corso d'acqua secondario (Aniene) che si rivelano i due segni portanti della struttura organizzativa spaziale. Ad essi si aggiunge il reticolo idrografico, costituito dagli affluenti o fossi del Tevere, i quali scendono radialmente dalle imponenti strutture geo-morfologiche dei distretti vulcanici tousco-laziali (Distretto Vulcanico Vulsino, Distretto Vulca-

nico Cimino-Vicano, Distretto Vulcanico Sabatino, Distretto Vulcanico dei Colli Albani). L'articolazione così definita contribuisce in maniera significativa al disegno di suolo di tale area, confermando le componenti naturali come gli elementi ordinatori dell'organizzazione fisica (fig. 2).

Nello specifico, tale disegno di suolo corrisponde a ben precise caratteristiche ambientali e geo-morfologiche, in cui il reticolo idrografico sub-parallelo è costituito da rami tributari (i fossi) che formano circa novanta gradi con il collettore principale (Tevere e Aniene), su terreni composti da colate laviche e rocce vulcaniche tenere a debole pendenza¹⁵. L'azione delle acque dei fossi ha generato le forre, presenti soprattutto nell'alto Lazio e nella Tuscia, e le valli, presenti nell'area romana. Mentre le prime sono contraddistinte da una sezione stretta e alta, le seconde sono caratterizzate da un andamento lievemente modellato, con il fondovalle appiattito dal riempimento dei depositi alluvionali del Tevere. Il pattern di drenaggio, ossia il flusso idrico, è centrifugo rispetto ai centri eruttivi principali. Questo dimostra la stretta connessione tra il disegno di suolo esistente e la natura costitutiva che gli appartiene, quindi il disegno di suolo è la manifestazione di precise caratteristiche (fig. 3).

Avvicinando l'attenzione all'area romana, tali peculiarità risultano ancora più evidenti e stringenti. La lettura degli elementi fisico-naturali attraverso la cartografia¹⁶ permette di identificare l'ultimo tratto del Tevere, l'Aniene, i fossi del Distretto Vulcanico Sabatino, i fossi del Distretto Vulcanico dei Colli Albani (che hanno avuto le loro sorgenti su tali vulcani, mentre quelli tuttora attivi alimentano ancora oggi il corso d'acqua principale), i bacini idrici del lago di Bracciano, del lago di Martignano, del lago di Nemi e del lago di Albano. La componente idrografica è in stretta relazione con la piana alluvionale del Tevere e la trama delle valli fluviali, ossia quelle partizioni fisiche del territorio che sono state originate proprio grazie all'azione erosiva delle acque durante l'Era Quaternaria. Le valli si inseriscono tra i pianori vulcanici generati dalle colate laviche e dalle eruzioni dei vulcani laziali. Tale conformazione, contraddistinta dall'alternanza di valli incise dai fossi e di pianori generati dai vulcani, costituisce la caratteristica fondamentale del paesaggio dell'area romana. Tutta questa articolazione determina la struttura del paesaggio fisico-naturale, la quale può essere descritta in pochi efficaci segni sintetici (fig. 4).



4/ Sara Colaceci. Disegno di studio relativo all'alternanza di pianori vulcanici e valli incise dai fossi caratterizzanti l'area romana.

3.5 Costruzione del paesaggio

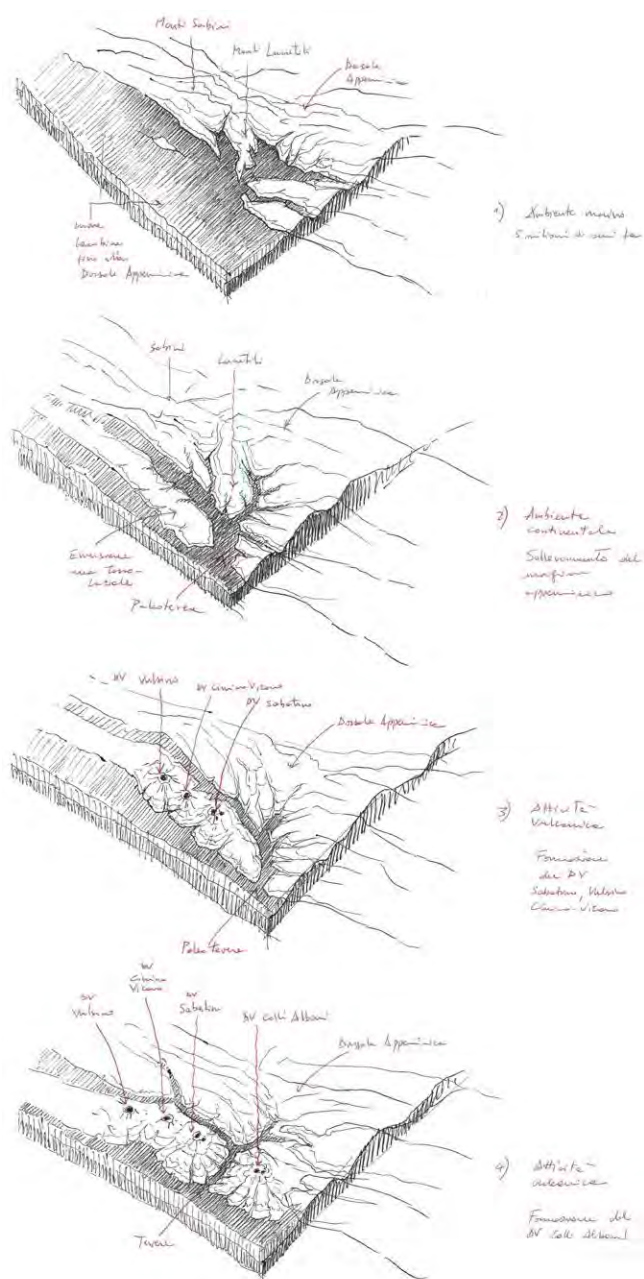
“Il territorio non è un dato ma il risultato di diversi processi”¹⁷. L'area romana non nasce come la vediamo oggi, ma si forma in seguito ad una lenta evoluzione geologica, di cui si citano brevemente i passaggi significativi, per capire come nasce una porzione di territorio, quali sono gli agenti che intervengono in tali dinamiche e il perché alcuni segni odierni sono fatti in tal modo¹⁸.

La conoscenza dei caratteri geologici, inoltre, è una chiave di lettura per la comprensione dell'origine della città, del suo sviluppo e dei processi storici¹⁹.

Tra il Pliocene e il Pleistocene (tra i cinque e i due milioni di anni fa), il mare arrivava fino ai Monti Sabini-Lucretili e Tiburtini, quindi l'attuale area romana era sommersa dalle acque.

Con il sollevamento della dorsale appenninica e il ritiro delle acque verso ovest, si formò il Paleotevere, alimentato dai corsi d'acqua dei Monti Sabini, il quale aveva il delta presso l'attuale zona della pianura Pontina. In questo periodo geologico iniziò il modellamento delle grandi strutture morfologiche ad opera del Paleotevere.

Sara Colaceci



5/ Sara Colaceci. Schizzi di studio delle quattro fasi geologiche della formazione dell'area romana: ambiente marino, in cui il mare arrivava agli Appennini; ambiente continentale, in cui emerse l'area tosco-laziale; attività vulcanica, con la formazione del DV Sabatino; attività vulcanica, con la formazione del DV dei Colli Albani.

Con la successiva attività dei vulcani Vulsino, Cimino Vicino, Sabatino (600.000 anni fa), e l'attività eruttiva del Vulcano dei Colli Albani, il volume dei magmi fu talmente consistente che il Paleotevere deviò più volte il suo corso fino ad arrivare alla collocazione attuale, mentre il reticolo fluviale iniziò ad assumere le sembianze odierne, con i corsi d'acqua che scendevano radialmente dai due centri eruttivi²⁰

In che modo le componenti idrografica e morfologica hanno formato l'area romana?

Durante le fasi fredde, si aveva l'abbassamento del livello del mare, il ritiro delle acque e la conseguente azione erosiva delle stesse che formavano delle valli incise.

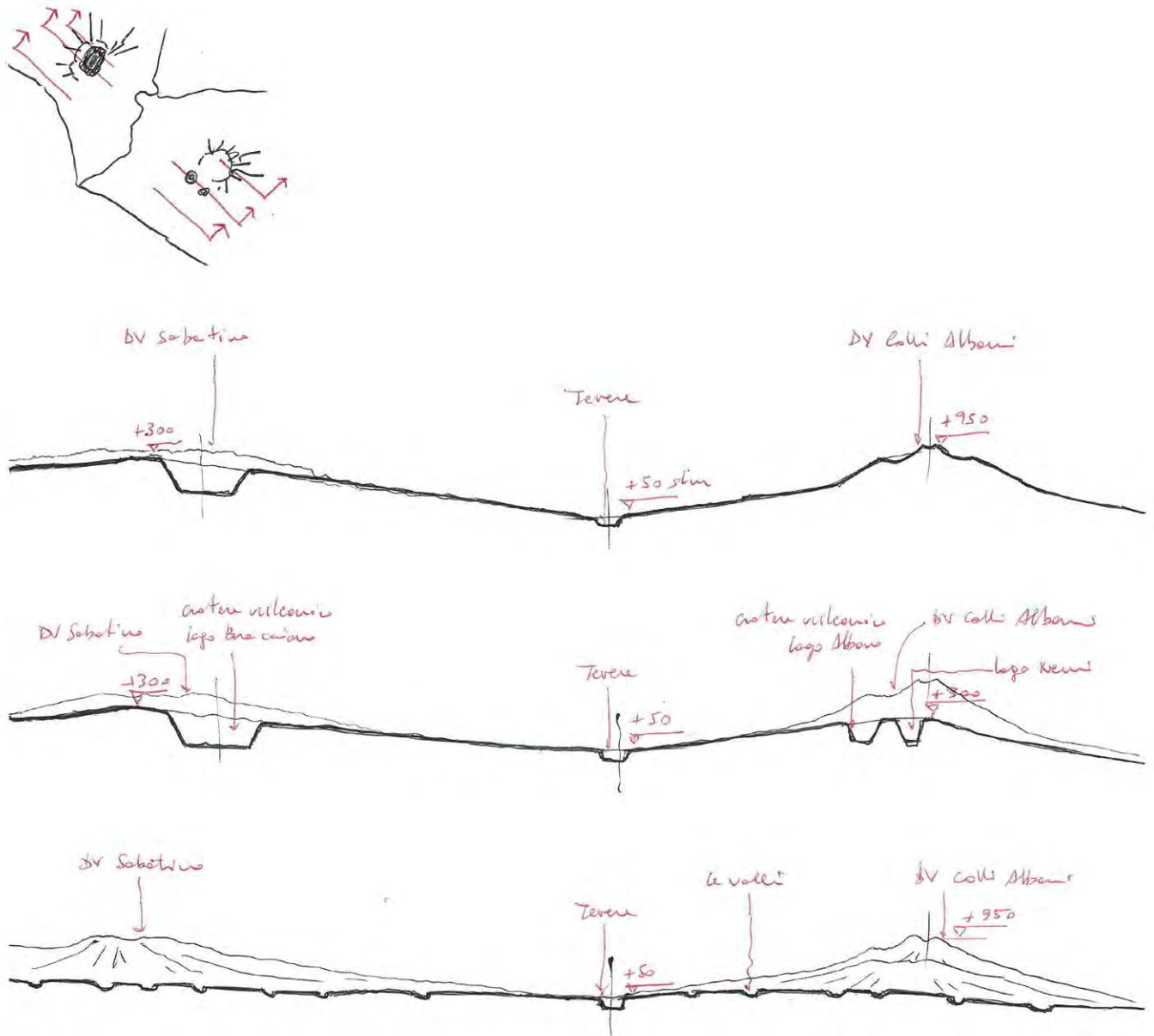
Durante le fasi calde, si aveva il sollevamento del livello marino e il sovralluvionamento delle valli incise, con il deposito di materiali marini (sabbie, argille, ghiaie); inoltre, a causa dello scioglimento dei ghiacci, i numerosi corsi d'acqua superficiali ampliavano il fenomeno erosivo sulla superficie tettonica. Oltre agli eventi deposizionali, si avevano gli eventi tettonici, cioè l'insieme delle colate laviche e piroclastiche dei centri vulcanici, che generavano ulteriori superfici di erosione²¹. Tale moto ciclico ha consentito la nascita dei segni che identifichiamo e leggiamo come alternanza di valli, con i loro fossi, e pianori debolmente modellati (fig. 5).

La componente geomorfologica e quella idrografica hanno contribuito contemporaneamente a realizzare la costruzione dell'area romana attraverso ripetuti cicli di questo movimento contraddistinto da: colate laviche (atto additivo di materiali vulcanici); erosione delle colate per mezzo del ritiro delle acque marine e per mezzo delle acque superficiali, a tal punto da sagomare delle vere e proprie incisioni vallive nel volume lavico (atto sottrattivo); sovralluvionamento delle incisioni vallive colmate con il deposito di materiali marini (atto additivo di materiali marini-fluviali).

Una sezione trasversale sugli attuali distretti vulcanici mostra il Distretto Vulcanico Sabatino che arriva a +300 m s.l.m., il Distretto Vulcanico dei Colli Albani che raggiunge + 950 m s.l.m. e la piana alluvionale del Tevere che, nei pressi di Roma, si attesta a +50 m s.l.m. (fig. 6).

Possiamo affermare che la nascita e la costituzione intrinseca delle forme primarie dell'assetto territoriale sono intimamente legate all'opera delle acque e dei magmi.

La conoscenza di come si è originato un luogo e la consapevolezza della sua struttura si riflettono nell'individuazione



6/ Sara Colaceci. Sequenza di sezioni trasversali al Tevere e ai distretti vulcanici Sabotino e Colli Albani. Esse evidenziano, in modo sintetico, gli elementi fisici significativi per lo sviluppo della città di Roma, il loro andamento altimetrico e la relazione reciproca.

dei segni territoriali e del loro legame con le trame storiche, e quindi nella loro appropriata rappresentazione. Dare valore alla genesi delle forme, al perché si hanno quei segni, al loro significato costitutivo è parte integrante del processo di rappresentazione dei contesti in cui viviamo.

La costruzione del paesaggio implica che è necessario condurre l'indagine, muovendoci nello spazio e nel tempo e sondando la materia di cui esso si compone. Ciò lascia emergere che la conoscenza del passato è indispensabile per la comprensione dei contesti attuali e, nell'ambito progettuale, per la prefigurazione degli scenari del futuro²².

3.6 Idrografia

Il sistema idrografico è il primo analizzato poiché "l'acqua, nell'interrelazione delle sue varie manifestazioni nell'atmosfera, sul suolo, nel sottosuolo e dei suoi effetti sulle rocce, sugli animali, sulle piante e sulle attività umane, è da considerare come il sistema per eccellenza"²³.

L'acqua, come descritto nel precedente paragrafo, ha avuto un ruolo determinante nella costruzione e nella struttura del paesaggio storico romano e la sua ricchezza è stata una delle ragioni della fondazione della città di Roma in questo luogo. Tramite i documenti cartografici²⁴ è possibile tradurre le trame in segni e in figure riconoscibili e nominabili (fig. 7).

La foto aerea dell'area elaborata con i dati vettoriali in ambiente GIS²⁵ evidenzia quanto scritto finora. Essa è stata ottenuta attraverso un processo di acquisizione e di elaborazione di dati, descritto di seguito.

Inizialmente è stato creato il *geodatabase* con l'importazione delle *features class* relative all'idrografia, ossia i dati vettoriali²⁶ facenti parte della Carta Tecnica Regionale 1:5000 messa a disposizione dalla Regione Lazio sul suo sito relativo agli open data²⁷. Essi sono costituiti dall'insieme delle linee che individuano i corsi d'acqua principali e il reticolo dei fossi, mentre i bacini idrici e il mare sono stati indicati da poligoni. Tutti i dati sono stati uniti nella porzione individuata, georeferenziati, corretti e puliti da elementi di disturbo, poiché in alcuni casi erano presenti errori di descrizione. Le valli e le strutture vulcaniche sono state individuate da geometrie poligonali vettoriali tramite la Carta Geolitologica²⁸ del PRG del

Comune di Roma e la Carta litostratigrafica del Ventriglia²⁹ importate e georeferenziate in ambiente GIS.

Le figure 8 e 9 mostrano la fase di lavoro di vettorializzazione degli elementi relativi all'idrografia e alla geo-morfologia. Si nota la base cartografica raster con sovrapposti i livelli vettoriali corrispondenti alle partizioni fisiche e i livelli vettoriali relativi al Tevere e ai fossi. Ad essi sono stati associati gli attributi informativi che descrivono la partizione fisica, il tipo di suolo, la natura costitutiva geologica e la datazione. Sono stati assegnati, inoltre, gli attributi che descrivono l'idrografia, quali la gerarchia all'interno del sistema idrografico, la tipologia della linea d'acqua e il nome.

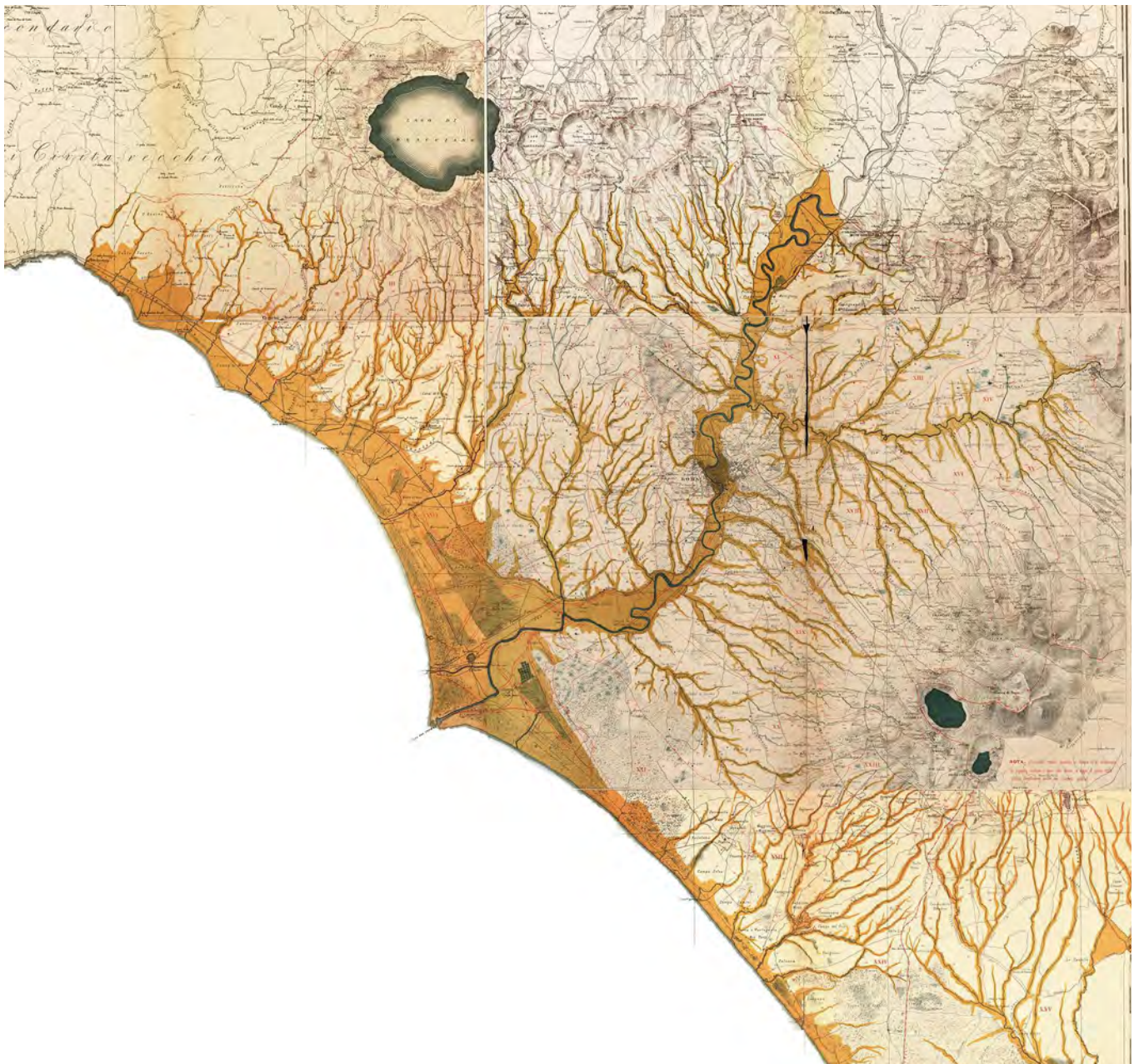
L'interrogazione del sistema informativo attraverso gli attributi consente di visualizzare e di analizzare la mappa e di comprendere, di conseguenza, l'organizzazione spaziale dell'area romana.

Questo è favorito dalla possibilità di integrare e di sovrapporre dati eterogenei: elementi grafici raster, elementi grafici vettoriali e dati testuali (fig. 10).

La mappatura sintetica, in cui sono indicati soltanto i corsi d'acqua (in nero) e le valli fluviali (in grigio), evidenzia i grandi sistemi ambientali che sono stati artefici della genesi dell'area romana e i segni portanti della struttura organizzativa spaziale: il sistema delle acque e l'apparato vulcanico con i suoi pianori. La mappa è ottenuta dai dati vettoriali sopradescritti e dalla foto aerea (*basemap*) che il software include di default al suo interno (fig.11).

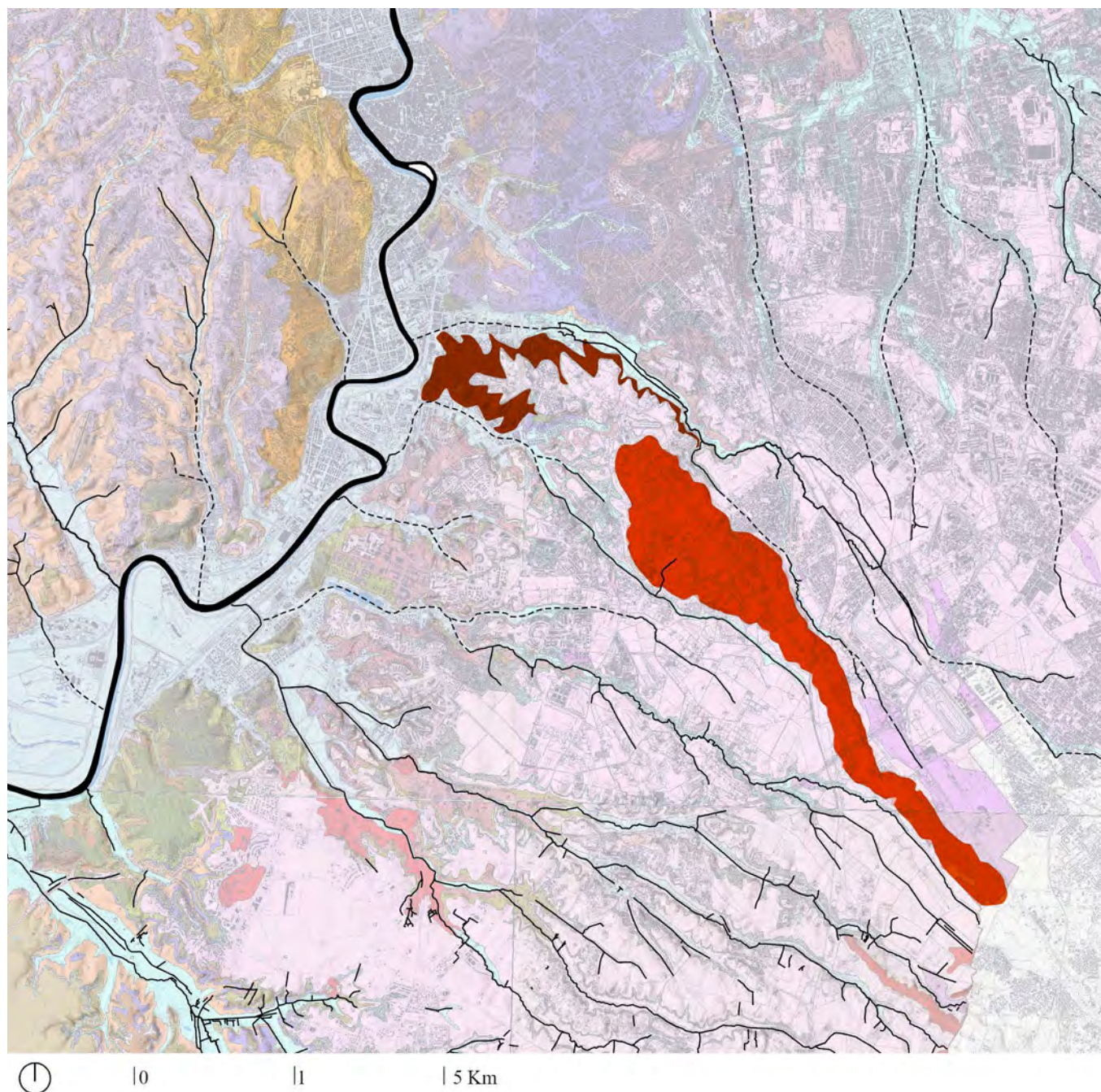
Tale mappa, infatti, evidenzia la piana alluvionale del Tevere e l'andamento delle incisioni vallive che si alternano ai pianori. In effetti, questi ultimi si deducono prontamente nella loro configurazione centrifuga rispetto ai bacini idrografici, attestandosi a ridosso della piana alluvionale del Tevere. Uno di essi, ossia quello relativo alla colata lavica di Capo di Bove, ha permesso l'impianto della via Appia Antica, quale asse rettilineo territoriale secondo una strutturazione di tracciato di crinale, poiché la via si imposta sulle quote più alte del pianoro.

Il processo di elaborazione ha riguardato anche la resa grafica degli elementi vettoriali e della *basemap*, affinché sia facilitata una lettura immediata e sintetica delle componenti fisiche che determinano la struttura della conformazione spaziale naturale, secondo i criteri esposti nei paragrafi precedenti. La rappresentazione è uno strumento di lettura e di analisi delle



7/ Carta topografica dell'agro romano e territori limitrofi, 1880, ASC, segn. Stragr 575. (Fonte: immagine tratta da <http://www.archiviocapitolinorisorsedigitali.it/index.php/esplora/albero/piante-e-vedute-di-roma-e-del-lazio/14134/14134>).

Sara Colaceci



8/ Fase di lavoro per la rappresentazione dei livelli vettoriali in ambiente GIS, relativi all'idrografia, alla geologia e alla morfologia, sulla base della Carta Geolitologica del territorio comunale del PRG del Comune di Roma (elaborazioni in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).

Carta importata e georeferenziata

Categoria degli attributi

Livelli vettoriali

Elementi vettoriali disegnati su base cartografica

Attributi informativi

Elemento vettoriale visualizzato attraverso una categoria degli attributi

Coordinate geografiche

Attributi informativi dell'elemento vettoriale selezionato

OBJECTID	Partizione	Suolo	Geologia	Datazione
1	Distretto vulcanico dei Colli Albani	Lave dei vulcani laziali	Leucite, olivina, silice	600.000 - 30.000 anni fa
2	Distretto vulcanico dei Colli Albani	Eruzioni del vulcano albano	Espansione della pozzolana media di colore grigio scuro e della pozzolana...	600.000 - 30.000 anni fa
3	Distretto vulcanico Sabatino	Alluvioni antiche	Sabbie, ghiaie, argille	800.000 - 200.000 anni fa
4	Dorsale appenninica	Travertini	Sedimentazione del carbonato di calcio delle acque termali	a partire da 200.000 anni fa
5	Distretto vulcanico dei Colli Albani	Eruzioni del vulcano albano	Ceneri, lapilli, peperini	600.000 - 30.000 anni fa
6	Distretto vulcanico dei Colli Albani	Eruzioni dei vulcani albano e sabatino	Tufi argillosi incoerenti, espansione della pozzolana superiore; tufi litoidi...	600.000 - 30.000 anni fa
7	Fondo vallivo	Alluvioni recenti	Sabbie, argille	800.000 - 200.000 anni fa
8	Dorsale appenninica	Calcarei	Sedimentazione del carbonato di calcio	a partire da 200.000 anni fa

9/ Funzionamento del flusso di lavoro in ambiente GIS: cartografia georeferenziata, livelli vettoriali, coordinate geografiche, attributi informativi, interrogazione tramite gli attributi (elaborazioni in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).

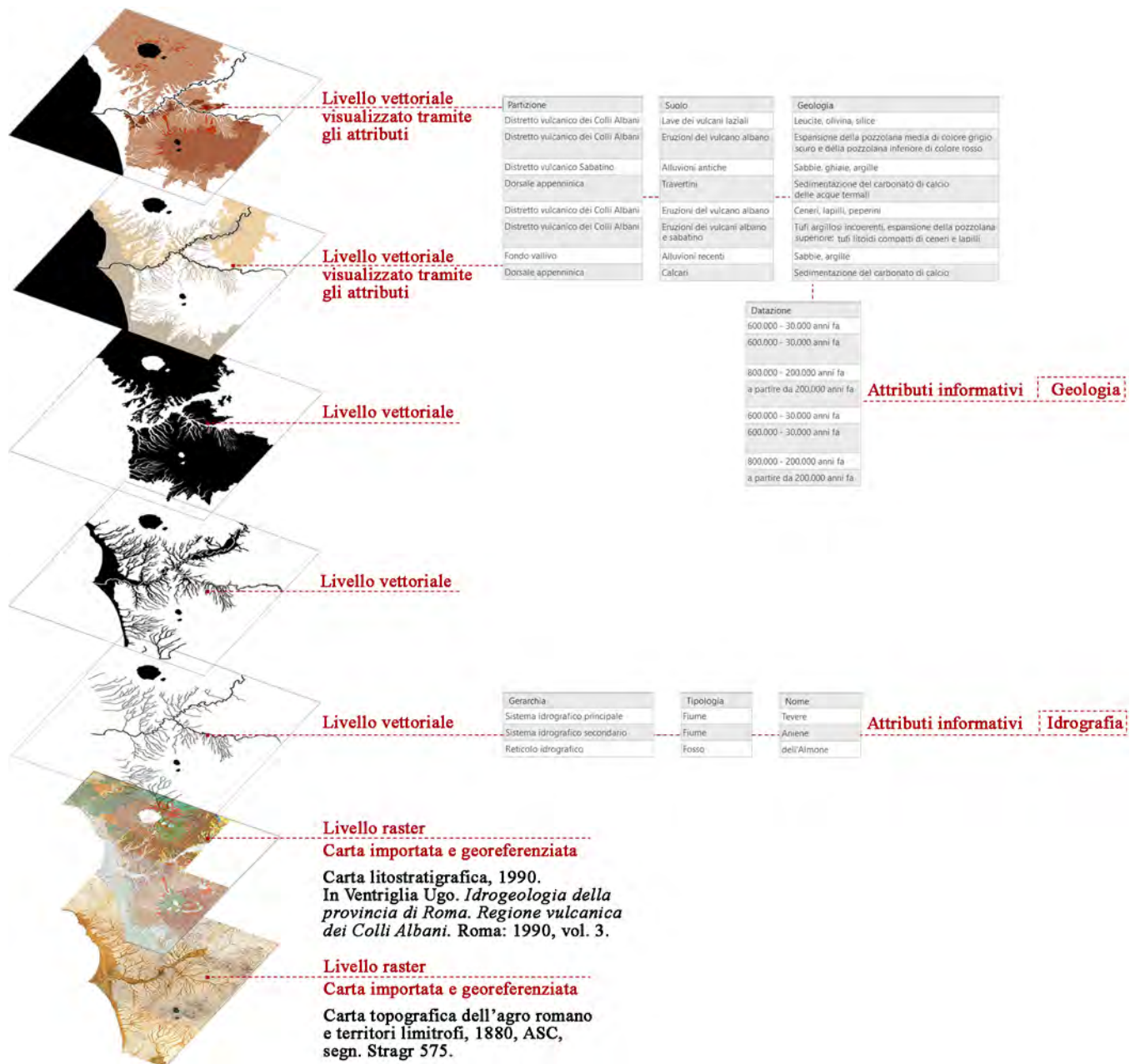
componenti dell'ambiente urbano e territoriale, ma anche un processo in cui la sintesi grafica è frutto dell'interpretazione della realtà in cui viviamo³⁰.

I singoli layer di tale composizione mostrano le rispettive caratteristiche distributive, formali e spaziali. Si individua, pertanto, il sistema idrografico principale, costituito dai corsi d'acqua principali (Tevere e Aniene) e dai bacini idrici principali (lago di Bracciano, lago di Martignano, lago di Albano, lago di Nemi) dei distretti vulcanici dei Colli Albani e Sabatino (fig. 12). Si individua il reticolo idrografico, ossia il retico-

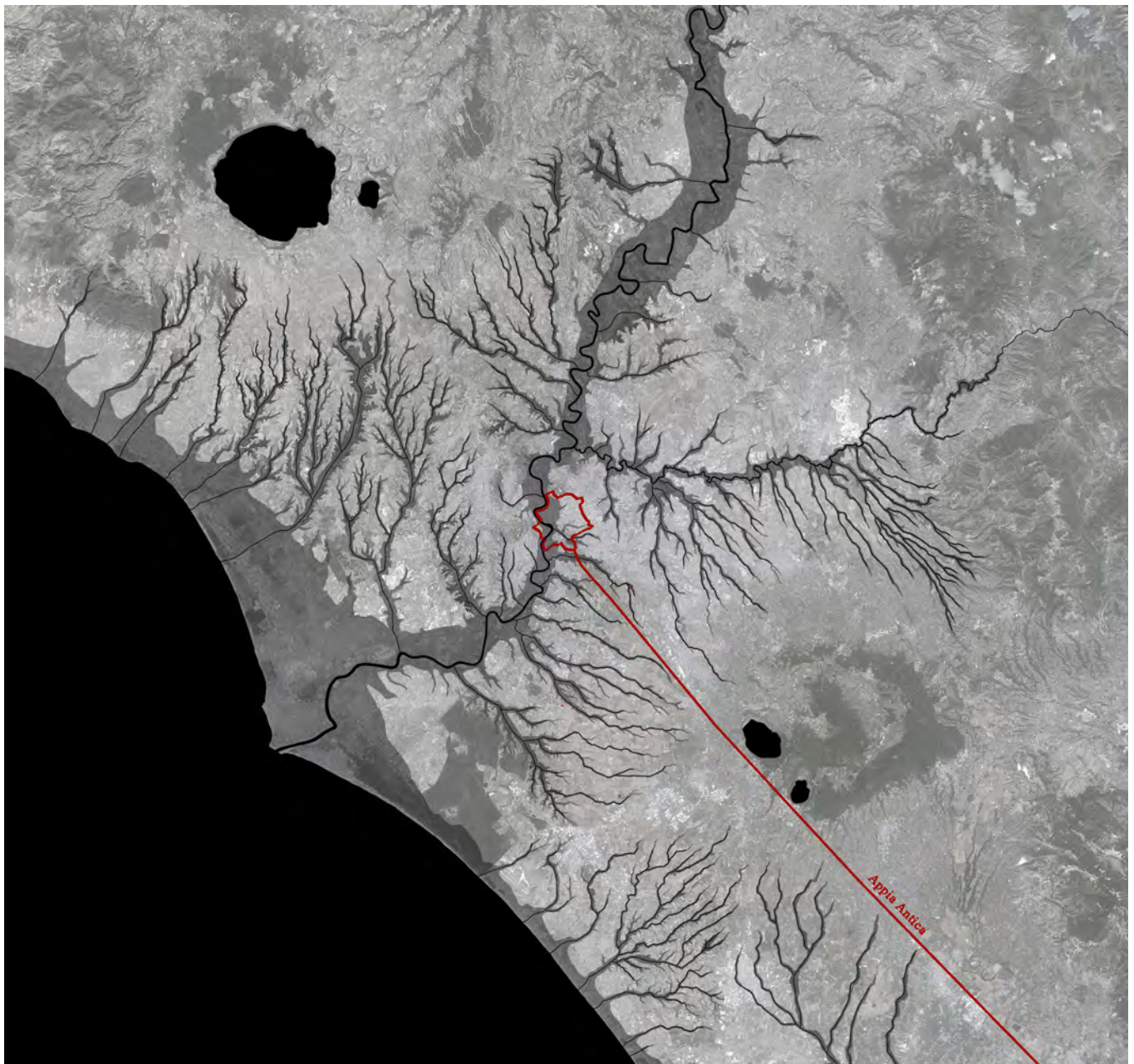
lo delle acque o fossi che, reagendo ai movimenti tettonici e all'attività vulcanica, ha modellato le partizioni fisiche attraverso fenomeni erosivi dovuti allo scorrimento delle acque di superficie e al ritiro della acque marine (figg. 13-14).

Si individuano le valli fluviali, o incisioni vallive, la cui conformazione è il risultato dell'azione erosiva delle acque, mentre la loro natura costitutiva del suolo è il prodotto dei depositi di materiali marini recenti (argille, limi, ghiaie, sabbie) (fig. 15). Tra di esse, si insinuano i pianori vulcanici costituiti da pozzolane e tufi e generati dalle eruzioni magmatiche dei

Sara Colaceci



10/ Elaborazione grafica che mostra la sovrapposizione dei livelli raster e dei livelli vettoriali, integrati agli attributi informativi.



⌚ | 0 | | 10 | | 20 Km

11/ Foto aerea dell'area romana in cui si evidenziano i corsi d'acqua e l'alternanza delle valli fluviali e dei pianori vulcanici (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).

Sara Colaceci



12/ Il sistema idrografico principale: Tevere, Aniene, lago di Bracciano, lago di Martignano, lago di Albano, lago di Nemi.

13/ Il reticolo idrografico, ossia l'insieme dei fossi che, reagendo ai movimenti tettonici e all'attività vulcanica, ha modellato le partizioni fisiche attraverso fenomeni erosivi dovuti allo scorrimento delle acque di superficie e al ritiro della acque marine.

14/ Il fosso dell'Acqua Mariana attivo al Parco degli Acquadotti (Foto di Sara Colaceci).





15/ Le valli fluviali la cui conformazione è il risultato dell'azione erosiva delle acque, mentre la natura costituiva del suolo è il prodotto dei depositi di materiali marini (argille, ghiaie, sabbie).

16/ I pianori vulcanici costituiti da pozzolane e tufi e generati dalle eruzioni magmatiche dei distretti vulcanici dei Colli Albani e Sabatino (elaborazioni in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).

17/ Sullo sfondo il Distretto Vulcanico dei Colli Albani visto dal Parco degli Acquadotti (Foto di Sara Colaceci).



distretti vulcanici dei Colli Albani e Sabatino (figg. 16-17). La rappresentazione dei grandi sistemi ambientali nella loro conformazione sintetica di segni grafici permette non soltanto di riconoscere la loro singola tipicità oggettiva, ma anche di rimarcare la dinamica del come si è originato lo spazio territoriale e le conseguenti relazioni reciproche tra le componenti coinvolte³¹.

La rappresentazione del dato di fatto si arricchisce della modalità di come quel dato si è generato, cioè del processo costitutivo che ha modellato l'area romana.

Avvicinando l'attenzione alla zona che interessa la via Appia Antica nell'ambito urbano tra il I e il IV miglio, tramite la foto aerea attuale, notiamo la preponderanza e la continuità di alcuni segni naturali e antropici nella loro estensione lineare. Tra di essi troviamo il Tevere, la via Appia Antica, che esce dalle Mura Aureliane, le vie consolari ad essa limitrofe ossia la Tuscolana e l'Ostiense, il grande vuoto verde che si insinua nel tessuto compatto della città costruita, ossia il cuneo del Parco Archeologico dell'Appia Antica.

La sovrapposizione della foto aerea con il dato vettoriale delle acque evidenzia il percorso delle medesime e, in particolare, i fossi ancora attivi che si trovano nelle aree libere non costruite, i quali diventano intubati nelle zone edificate.

La sovrapposizione della foto aerea con il dato vettoriale delle infrastrutture storiche lineari (via Appia Antica, acquedotti romani, mura Aureliane) sottolinea come esse seguano un tracciato che si dispone lontano dalle acque. Questo è motivato dal fatto che esse sono infrastrutture di crinale, quindi si impostano sulle quote più alte, a differenza delle acque che si trovano alle quote più basse (fig. 18).

L'analisi dell'assetto idrografico di tale area mostra la piana alluvionale del fiume (+15 m s.l.m.) e le valli fluviali limitrofe (fig. 19).

La mappa è stata realizzata in ambiente GIS attraverso i dati vettoriali della CTR 1:5000, corrispondenti all'idrografia, mentre sono stati importati i dati vettoriali relativi alla viabilità e alle costruzioni per isolare la via Appia Antica e le Mura Aureliane. Dopo l'importazione dei dati vettoriali è seguita una fase di elaborazione attuata attraverso un processo di Clip³², ossia la delimitazione dei soli dati utili presenti nell'area di lavoro prefissata relativa all'ambito di studio, poiché i dati acquisiti originari riguardavano i municipi complessivi ricadenti oltre il riquadro dell'area di lavoro. Tali dati vet-

toriali sono stati corretti e puliti poiché sono stati riscontrati evidenti errori nell'assegnazione dei layer; successivamente sono stati stilizzati con l'obiettivo di intraprendere scelte grafiche adeguate alla finalità dello studio in corso³³. L'individuazione delle zone vallive è stata realizzata con la Carta Geolitologica del PRG³⁴.

La mappa descrive gli andamenti delle incisioni vallive, tra cui la valle della Caffarella o dell'Almone con il relativo fosso omonimo e la valle di Grotta Perfetta con relativo fosso attualmente interrato, entrambe sul lato sinistro del Tevere, secondo il verso di scorrimento delle acque.

Esse delimitano il pianoro della colata lavica di Capo di Bove sul quale si imposta il tracciato della via Appia Antica. La consolare *Regina Viarum* nasce sul pianoro adiacente, ossia quello che nelle sue testate origina i Sette Colli, supera la Valle dell'Almone per poi impostandosi in maniera rettilinea sul successivo pianoro di Capo di Bove.

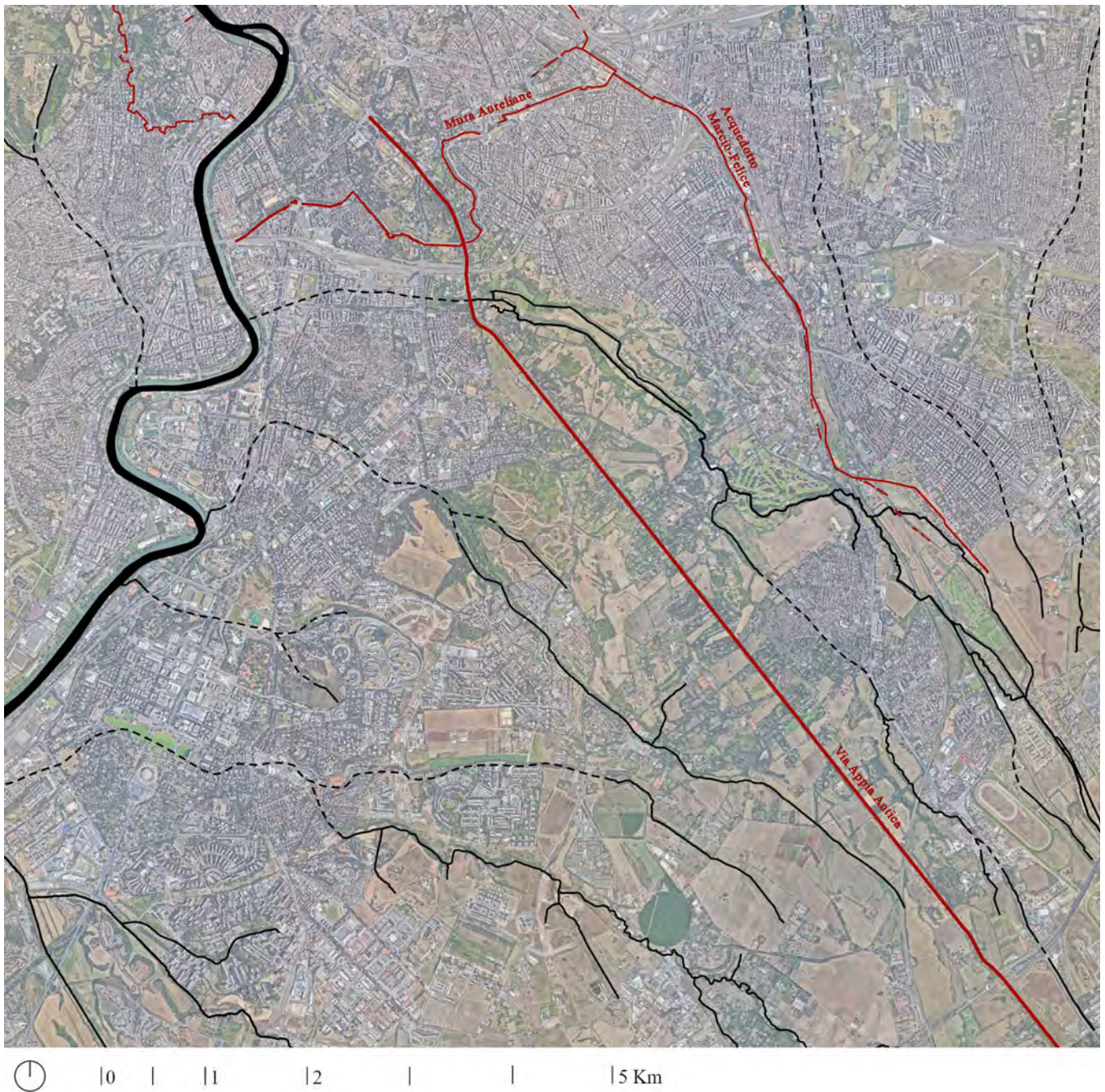
Si evince quanto il tracciato di questo segno non sia casuale, ma ben ponderato e si comprende quanto la scelta del suo percorso sia dipesa dalla conformazione fisica, fondandosi sulle quote alte distanti dalle acque. Secondo la medesima logica di strutturazione di crinale, gli antichi Romani progettarono gli acquedotti che conducevano l'acqua a Roma.

La mappa, infatti, riporta anche il percorso dell'acquedotto Marcio-Felice e dell'acquedotto Claudio che si snodano sul pianoro adiacente quello di capo di Bove, seguendo la linea di crinale fino alle mura della città, anche esse costruite sui rilievi delle testate del pianoro.

Emerge, dunque, il valore delle infrastrutture lineari, naturali e antropiche, come segni estesi che hanno avuto un ruolo nell'organizzazione dello spazio territoriale antico.

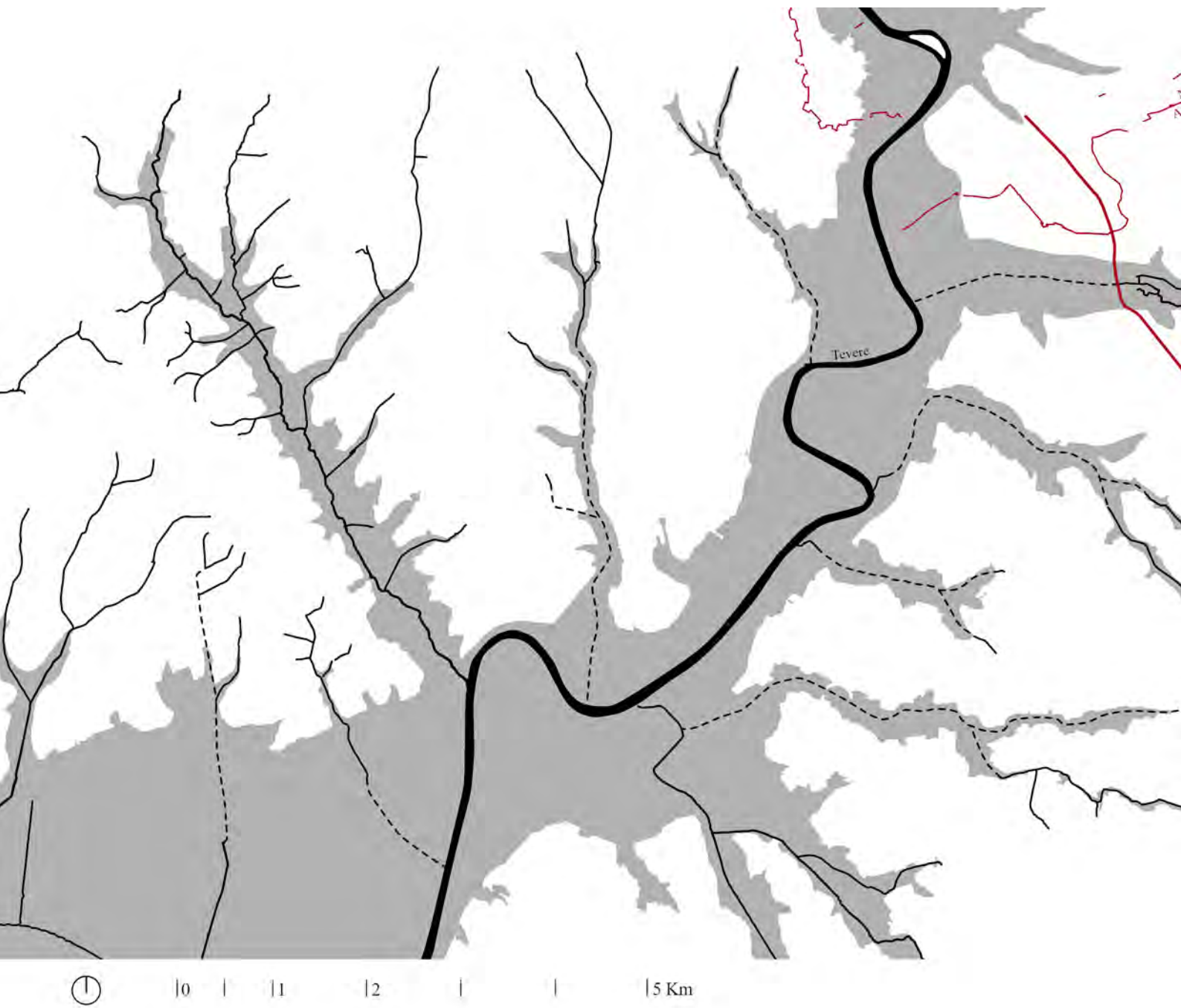
Le componenti individuate sono il pianoro e la valle per distinguere le due partizioni fisiche morfologiche, una topograficamente più elevata dell'altra, tuttavia intimamente legate poiché la valle deriva dal processo di erosione da parte delle acque del materiale vulcanico di cui è costituito il pianoro.

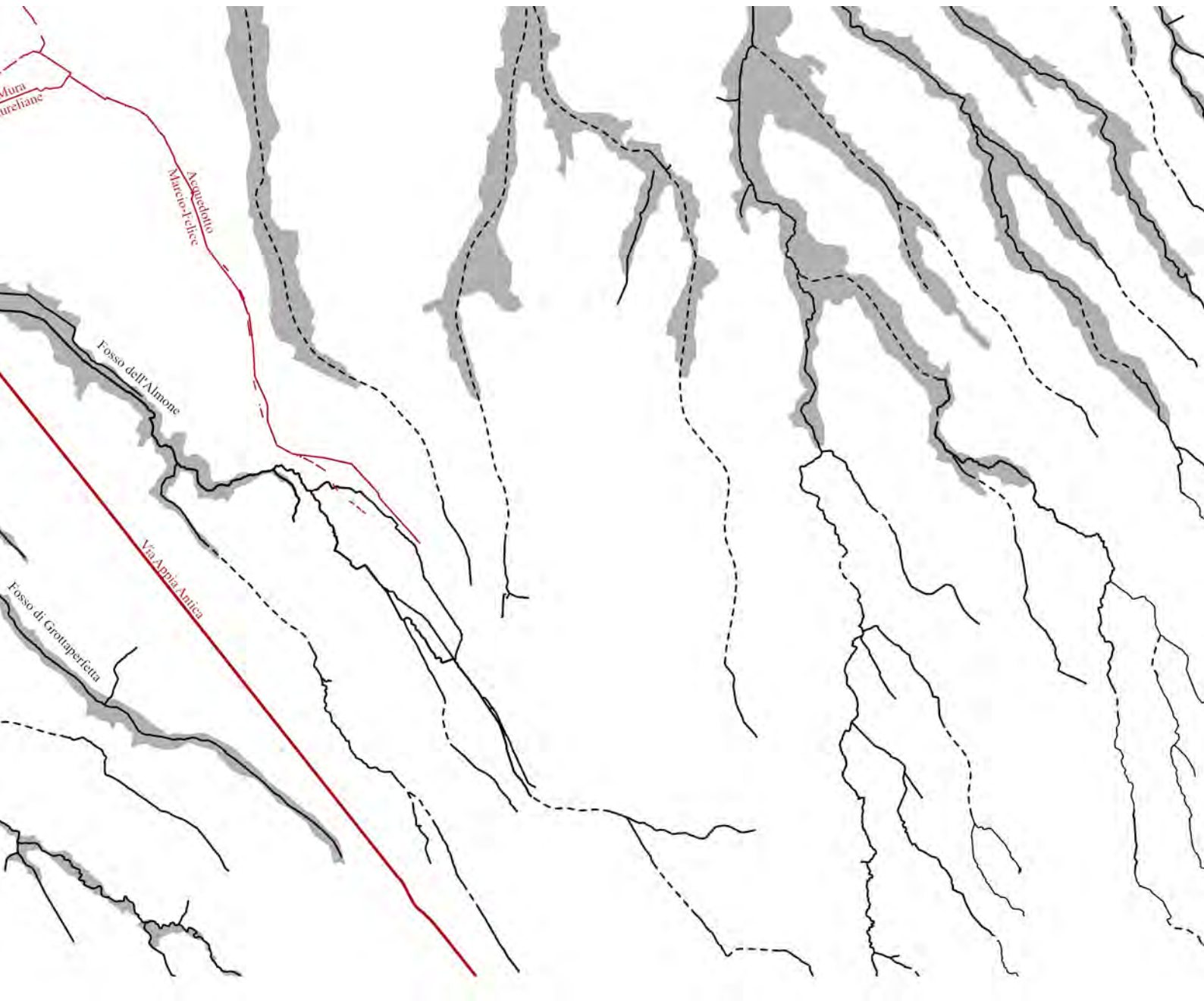
Con la repentina urbanizzazione della campagna romana, tra fine XIX e inizio XX secolo, il processo edificatorio si è sviluppato lungo le consolari fino a ridosso dei fossi, che in alcuni casi sono stati interrati, lasciando il grande cuneo verde del Parco Archeologico dell'Appia Antica in cui ancora oggi è possibile ritrovare le tracce del paesaggio storico romano.



18/ Foto aerea del settore meridionale di Roma in cui sono evidenziati l'andamento dei fossi e le infrastrutture storiche lineari, quali la via Appia Antica, l'acquedotto Marcio-Felice, l'acquedotto Claudio e le mura della città (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).

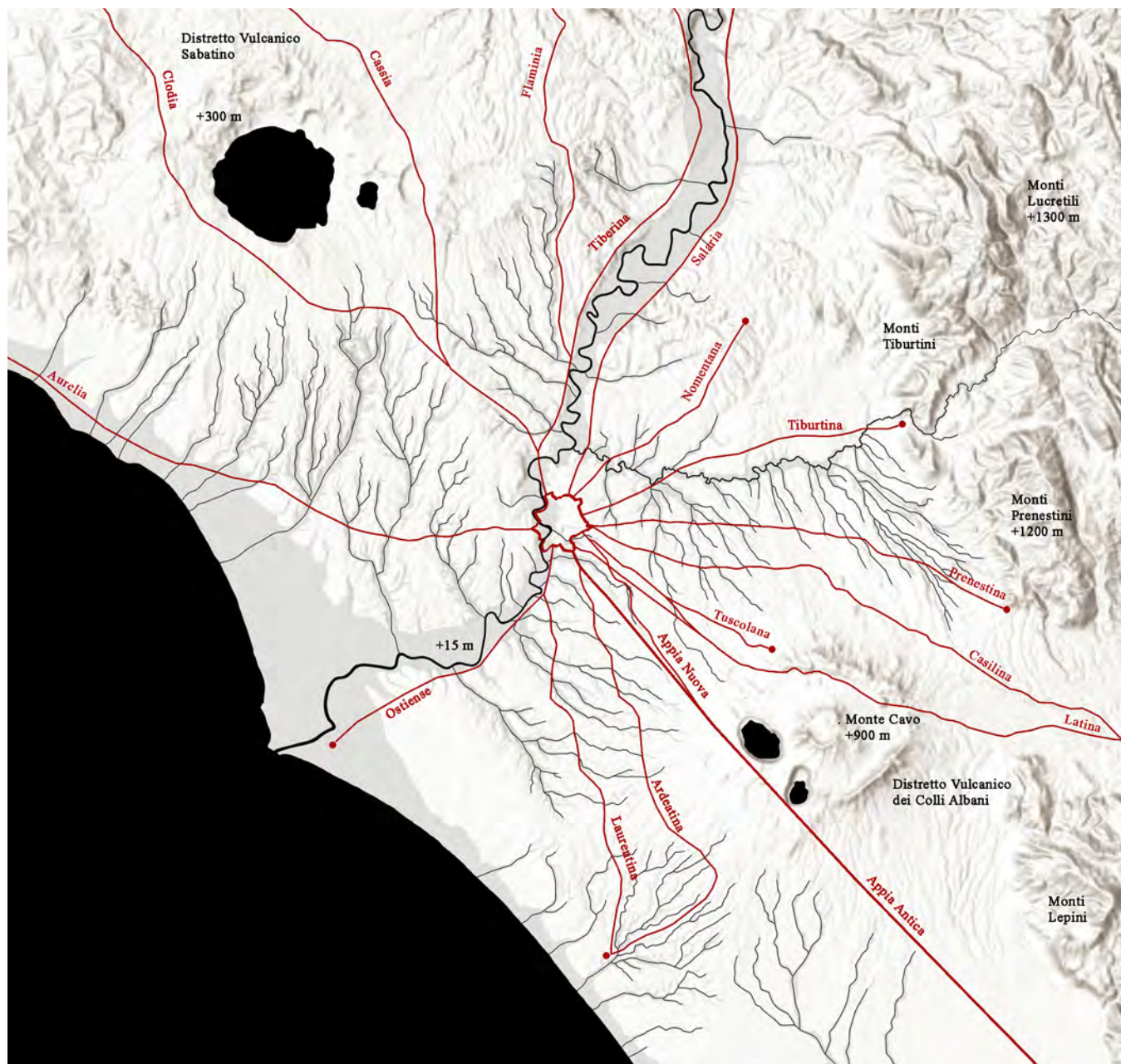
Sara Colaceci





19/ Idrografia dell'area meridionale di Roma, con le acque, le valli fluviali e le infrastrutture storiche lineari (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).

Sara Colaceci



0 | 10 | 20 Km

20/ Morfologia dell'area romana definita tramite Hillshade e dati vettoriali; si distinguono la topografia dei distretti vulcanici a nord e a sud di Roma e i rilievi dell'entroterra appenninico (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).

3.7 Morfologia

Il sistema morfologico risulta essere strettamente connesso a quello idrografico. In particolare, ciò è evidente nell'area romana in cui le acque e i magmi hanno lavorato simultaneamente alla formazione della stessa.

La rappresentazione tridimensionale della superficie del terreno³⁵ (*hillshade*) elaborata in ambiente GIS rivela l'orografia della porzione territoriale in esame³⁶. L'andamento topografico è debolmente modellato dai pianori con le quote massime di + 900 m s.l.m. di Monte Cavo nel Distretto Vulcanico dei Colli Albani e +300 m s.l.m. nel Distretto Vulcanico Sabatino, mentre la piana alluvionale del Tevere arriva a +15 m s.l.m. presso il centro urbano. Verso est si riscontrano le prime propaggini dei rilievi montuosi dell'entroterra appenninico: i monti Tiburtini, Lucretili (+1300 m s.l.m.), Simbruini, Prenestini (+1200 m s.l.m.), Lepini.

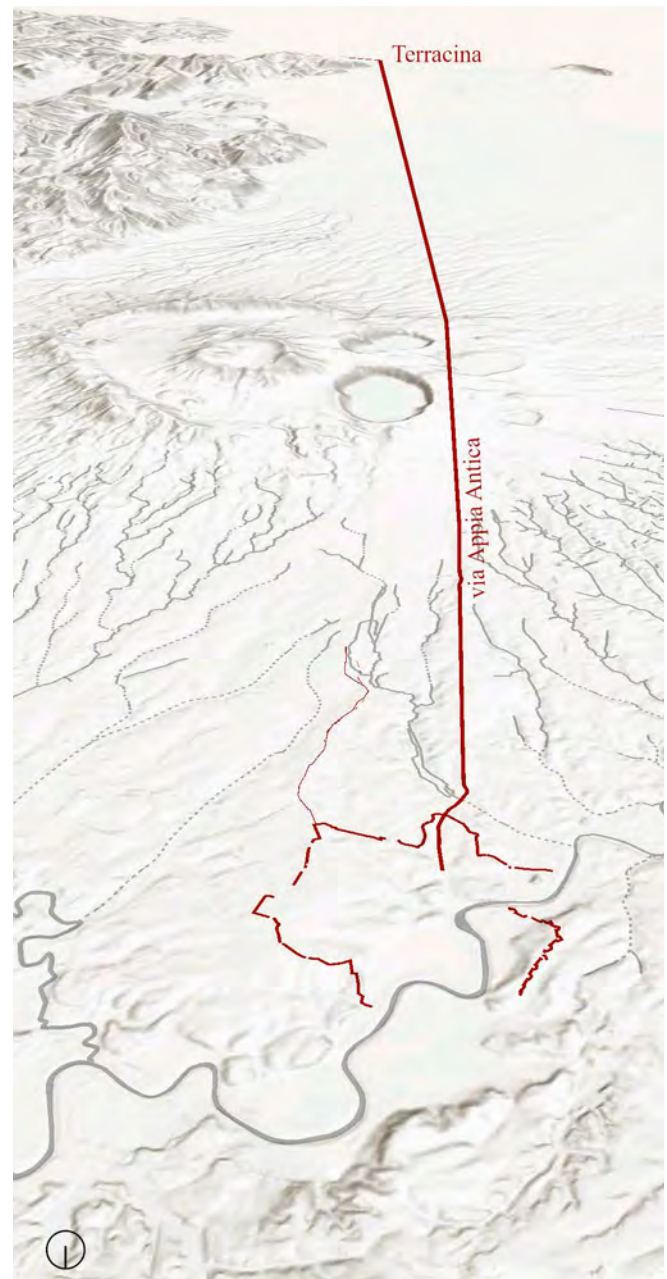
Tale conformazione orografica fu sfruttata dai Romani per tracciare le strade consolari, che facevano parte di un ampio progetto di strutturazione viaria finalizzata al controllo territoriale, politico, commerciale e alla fondazione delle colonie nella penisola. La logica di strutturazione dipendeva dall'ambito territoriale usato per le linee di penetrazione, come i tracciati di crinale o di fondovalle o di mezzacosta. (figg. 20-21). A tale configurazione topografica corrisponde una natura di suoli differente; infatti si possono identificare tre macro categorie di suoli.

Si individuano suoli di natura vulcanica, costituiti dalle eruzioni dei distretti vulcanici. Le eruzioni esplosive hanno prodotto colate piroclastiche (tufi e pozzolane). Le eruzioni non esplosive, invece, hanno prodotto le colate laviche, come quella di Capo di Bove, la quale si evince come una lunga lingua dai Colli Albani fino quasi a ridosso del Tevere (fig. 22).

Si identificano suoli di natura marina, ossia i terreni alluvionali antichi e quelli recenti. Le alluvioni antiche derivano dalla sedimentazione di argille, lime e sabbie consolidate nel tempo. Le alluvioni recenti derivano dalla sedimentazione di argille, limi e sabbie non consolidate (figg. 23-24).

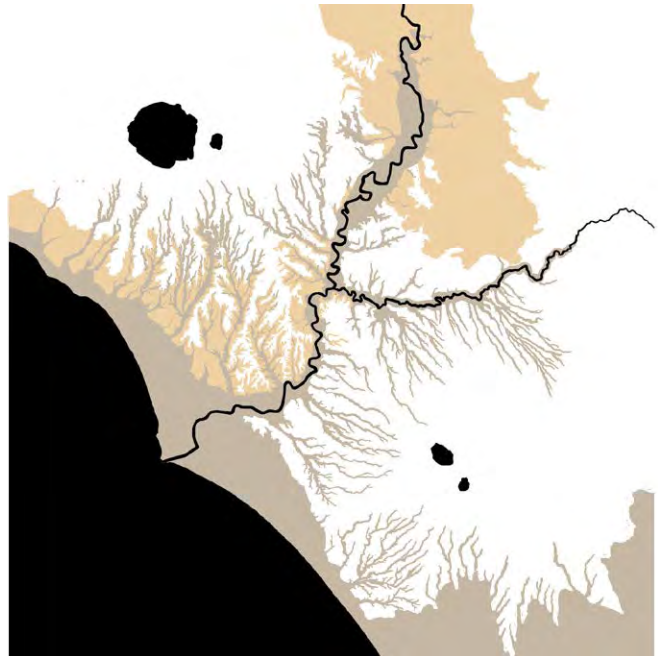
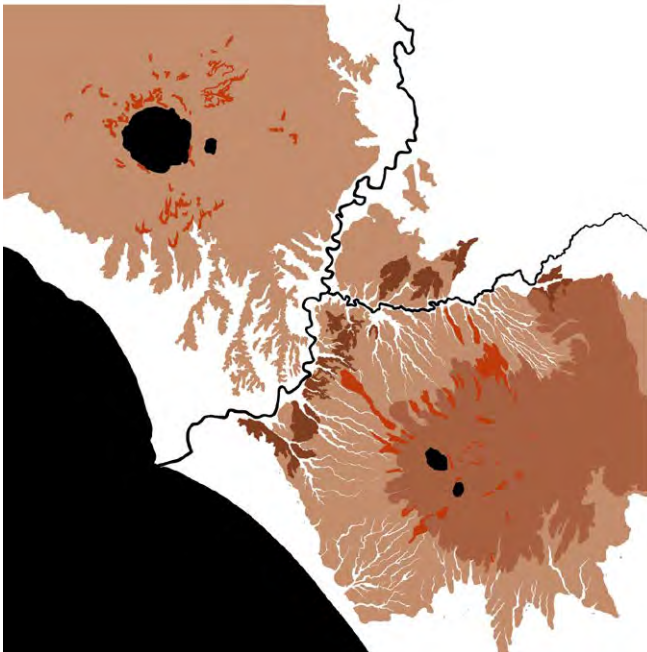
Si identificano suoli di natura calcarea, ossia i travertini e i calcari. I travertini derivano dal deposito di carbonato di calcio delle acque termali.

La composizione chimica è simile alle rocce calcaree, tuttavia hanno tessitura differente (figg. 25-26-27).



21/ La via Appia Antica nasce presso i Sette Colli, avanza sul pianoro di Capo di Bove, supera il Distretto Vulcanico dei Colli Albani e prosegue sulla pianura pontina fino a Terracina (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).

Sara Colaceci

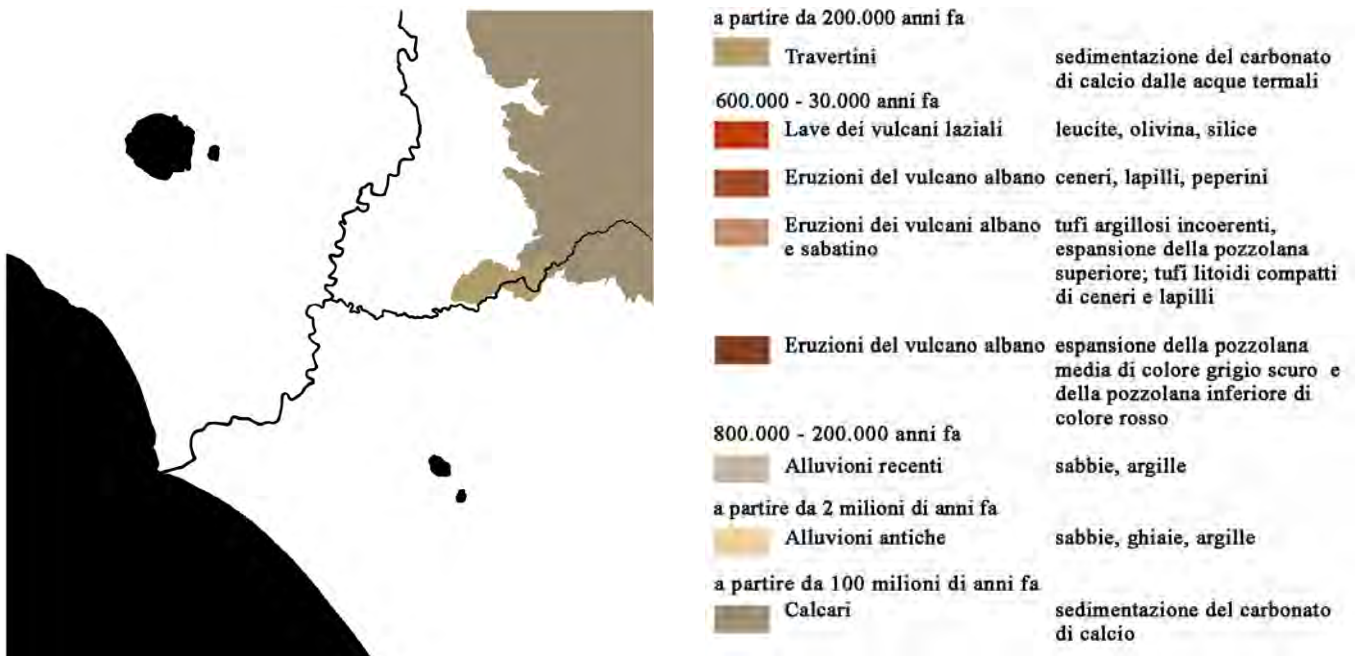


22/ *La natura vulcanica: eruzioni del Distretto Vulcanico dei Colli Albani e del Distretto Vulcanico Sabatino.*

23/ *La natura marina: alluvioni antiche e recenti.*

24/ *La valle della Caffarella con la vegetazione di pendio a destra e la vegetazione lungo il fosso a sinistra (Foto di Sara Colaceci).*





25/ *La natura calcarea: travertini e calcari (elaborazioni in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).*

26/ *Legenda dei suoli dell'area romana in riferimento alle immagini 22, 23, 25.*

27/ *Il pianoro vulcanico della via Appia Antica presso la Caffarella (Foto di Sara Colaceci).*



La mappatura sintetica ottenuta in ambiente GIS tramite l'importazione della cartografia e successiva rielaborazione vettoriale consente di comprendere lo stato di fatto e i rapporti tra le componenti. L'uso della sintesi grafica permette di capire con immediatezza le tre macro categorie di suoli³⁷. Il rapporto tra Roma e il Distretto Vulcanico dei Colli Albani si manifesta in molteplici significati e valori. Si instaura, infatti, un valore di genesi dello spazio fisico territoriale, poiché il vulcano ha dato vita alle forme tettoniche del territorio romano.

Si instaura un valore di uso delle partizioni fisiche del territorio, come l'utilizzo della colata lavica di Capo di Bove per il tracciato della via Appia Antica o l'utilizzo del pianoro adiacente per il passaggio degli acquedotti, sfruttando la strutturazione di crinale.

Si instaura un valore di uso del materiale locale; infatti tufi, pozzolane e peperini sono stati i materiali da costruzione impiegati dai Romani per le loro opere antropiche pubbliche e private.

Si instaura, infine, un valore simbolico tra i Colli Albani e Roma; basti pensare alla presenza del Tempio di Giove dei Laziali su Monte Cavo che stabiliva uno stretto rapporto sacro tra quella altura e il colle Campidoglio sul quale vi era il Tempio di Giove Capitolino. I Colli Albani hanno da sempre avuto un significato simbolico nella storia di Roma. Essi sono stati il riferimento morfologico, simbolico e visuale per Roma; infatti risultano essere lo sfondo di tutte le rappresentazioni della città dal Cinquecento in poi.

Avvicinando l'attenzione alla porzione relativa alla via Appia Antica, si nota un assetto morfologico costituito dai pianori vulcanici in cui si insinuano le incisioni vallive. Il pianoro a ridosso dell'isola Tiberina, infatti, è quello che nelle sue testate presenta i sette colli sui quali si fondò la città di Roma. Tra i pianori, in particolare, è evidente quello della colata lavica di Capo di Bove delimitato dal fosso dell'Almone e dal fosso di Grotta Perfetta, il quale raggiunge la quota massima di +110 m s.l.m.

Gli antichi Romani sfruttarono tale conformazione naturale per l'impianto del percorso della via Appia Antica, che si imposta come asse rettilineo di crinale, per mantenere la quota alta, per avere la migliore visuale possibile riguardo l'aspetto difensivo, per avere la maggiore sicurezza possibile, per essere su un terreno stabile poiché costituito da pozzolana e per

avere il riparo dalle inondazioni poiché collocato in posizione rialzata, quindi non dover guardare le acque.

Questo costituisce uno degli esempi maggiormente palesi di rapporto tra fattori fisici e fattori antropici, in cui si esplica il sistema storico-ambientale (figg. 28-29-30).

In questa porzione di spazio, la via Appia Antica non è l'unica infrastruttura antropica lineare rispondente alla strutturazione di crinale, poiché il pianoro adiacente che dai Colli Albani si attesta al Tevere è supporto anche degli acquedotti (infrastrutture lineari idriche) (fig. 31).

È esattamente questo crinale che permette alle infrastrutture che provengono da sud-est di raggiungere il centro urbano (Roma) grazie alla quota sommitale della partizione morfologica. Strade e acquedotti non possono essere scissi poiché congiuntamente hanno caratterizzato profondamente il paesaggio agrario romano e italiano.

L'insieme di questi elementi ha originato un ambiente favorevole con grande disponibilità di acqua, terreni fertili e rilievi debolmente modellati che hanno consentito facili vie di comunicazione e di accesso. Si comprendono, dunque, i presupposti fondamentali per l'origine e lo sviluppo della città di Roma, i quali hanno concorso all'integrazione tra attività antropica e paesaggio naturale.

L'individuazione dell'assetto morfologico³⁸ in ambiente GIS è possibile attraverso l'elaborazione del DEM (*Digital Elevation Model*), ossia "una rappresentazione della superficie topografica del suolo nudo (terra nuda) della Terra, esclusi alberi, edifici e qualsiasi altro oggetto di superficie"³⁹.

Il DEM è formato *raster grid*, ossia una griglia di celle quadrate, ciascuna delle quali esprime il valore di elevazione della superficie terrestre⁴⁰.

Le modalità per determinare un DEM si basano su un processo di interpolazione di dati che, a seconda della distribuzione regolare o irregolare di valori conosciuti, è in grado di calcolare i valori non noti, quindi vi è alla base un calcolo statistico⁴¹.

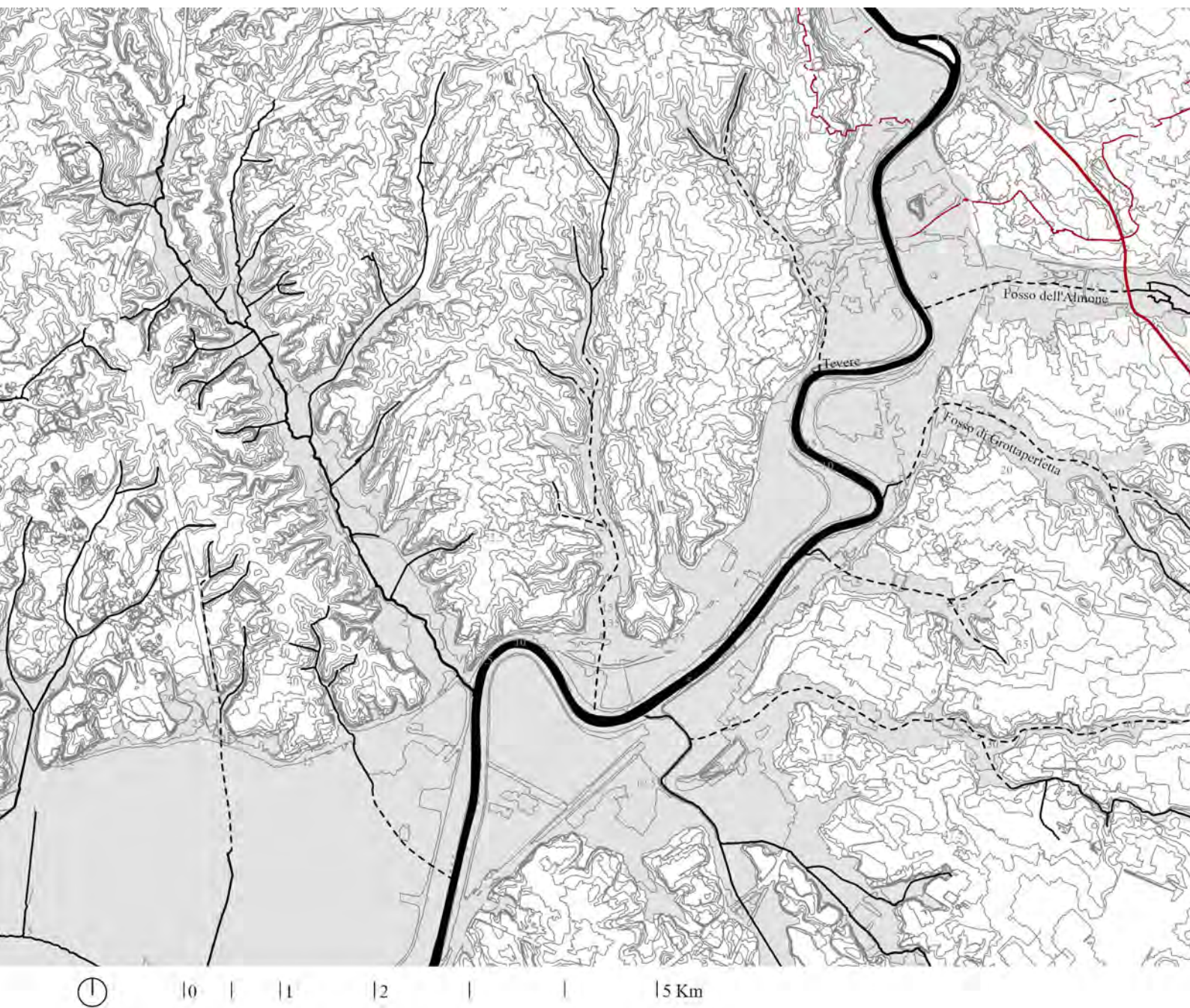
I dati di partenza, generalmente, derivano da acquisizione con fotogrammetria aerea, che genera il DTM (*Digital Terrain Model*), ossia una rappresentazione numerica digitale del terreno. Miller e Laflamme⁴² del MIT nel 1958 lo definirono come "una rappresentazione statistica della superficie continua del terreno da un gran numero di punti selezionati con coordinate x, y, z note in un campo di coordinate arbitrario".

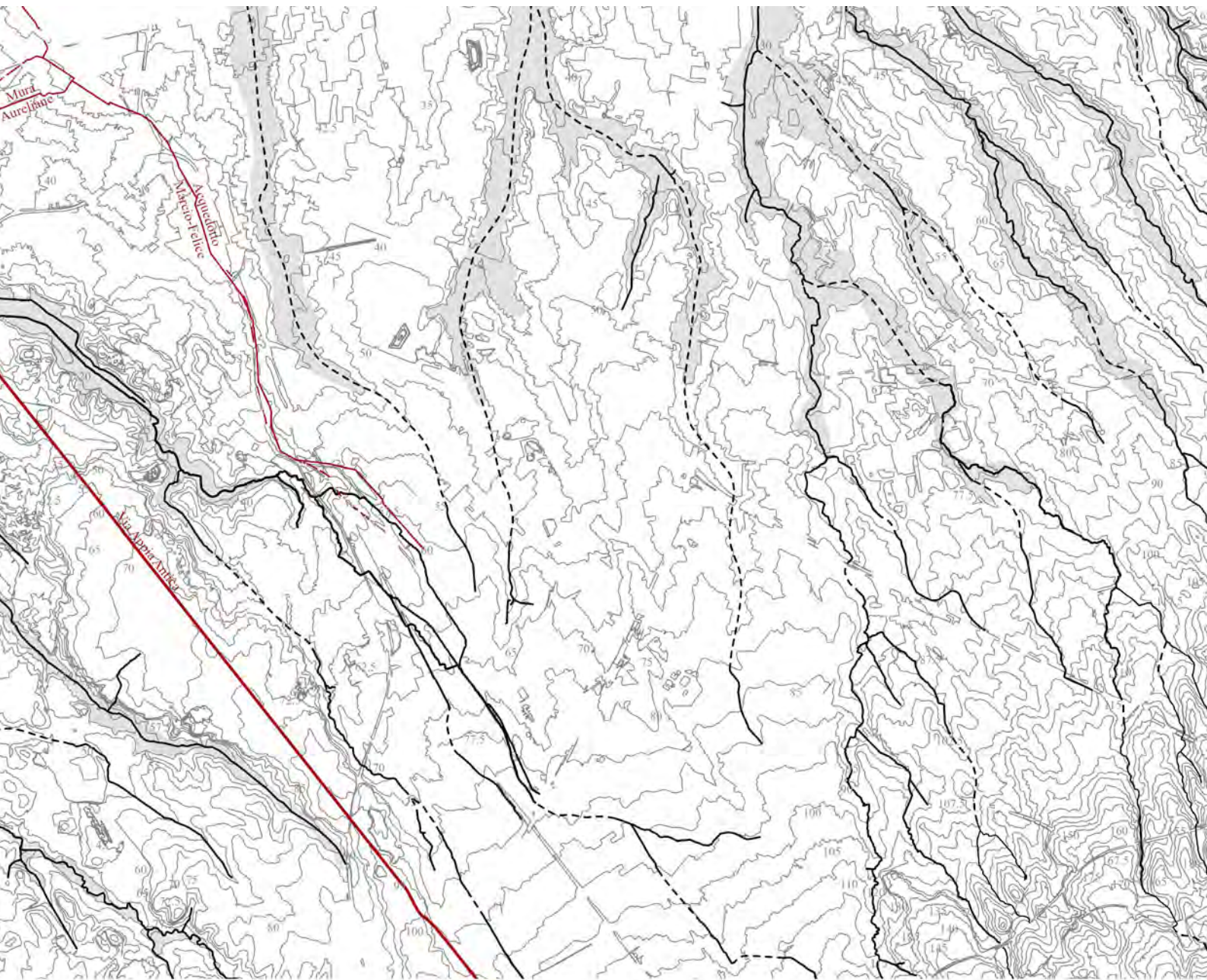


28/ La campagna romana con le infrastrutture lineari dell'acquedotto e della linea ferrata sul pianoro che proviene dai Colli Albani.

29/ La via Appia Antica con la città sullo sfondo.

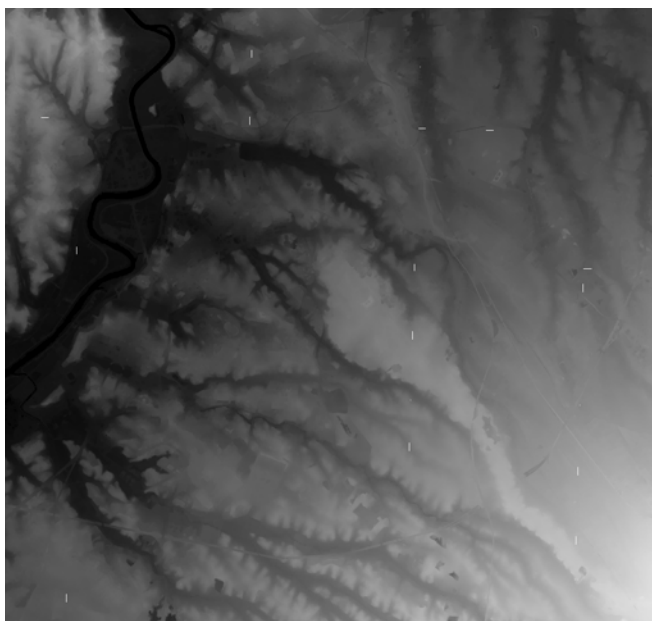
30/ L'acquedotto Claudio nella campagna romana (Immagini tratte da <https://www.parcoarcheologicoappiaantica.it>).





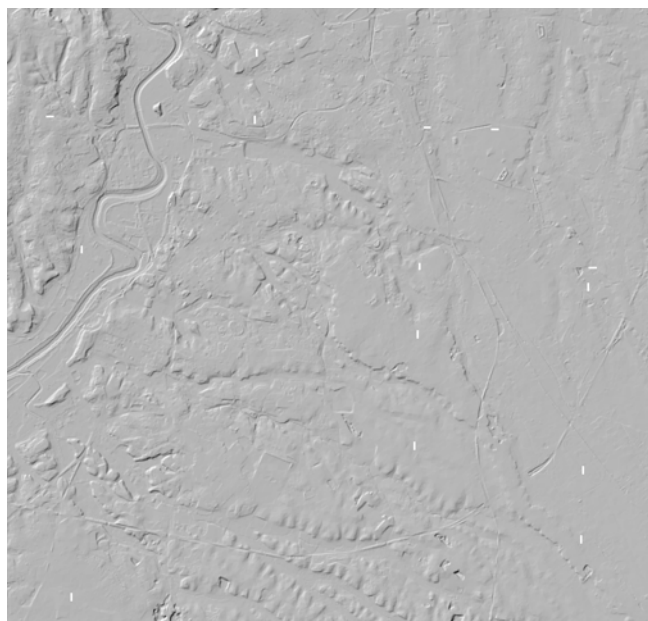
31/ Morfologia costituita dai pianori che scendono verso il Tevere; si evince come la via Appia Antica sia una infrastruttura lineare di crinale (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).

Sara Colaceci



⌚ | 0 | | 3 Km

32/ DEM dell'area meridionale di Roma, ossia una immagine raster grid a gradazioni di grigio in cui il valore più scuro indica la quota di elevazione più bassa mentre il valore più chiaro indica la quota più alta. Si nota la piana alluvionale del Tevere e i pianori, tra i quali emerge quello di Capo di Bove.



⌚ | 0 | | 3 Km

33/ Funzione raster di superficie Hillshade applicata a partire dal DEM, caratterizzata da una rappresentazione che mostra l'andamento debolmente modellato caratteristico dell'area romana e l'andamento del fiume Tevere.

“Un DTM è un insieme ordinato di punti dati campionati che rappresentano la distribuzione spaziale di vari tipi di informazioni sul terreno [...]. È comunemente considerata una rappresentazione 2.5D delle informazioni sul terreno nello spazio geografico 3D”⁴³.

Alcuni autori utilizzano DTM e DEM come sinonimi e spesso è così, ma in alcuni casi si riferiscono a prodotti differenti⁴⁴. In questa sede si intendono come diversi poiché hanno un formato differente e si riferiscono a prodotti differenti: il DTM è formato vettoriale mentre il DEM è formato *raster grid*, inoltre il DTM è il dato di origine dal quale elaborare il DEM. Li accumuna il fatto che descrivono la sola superficie senza alberi, senza vegetazione e senza costruzioni antropiche⁴⁵.

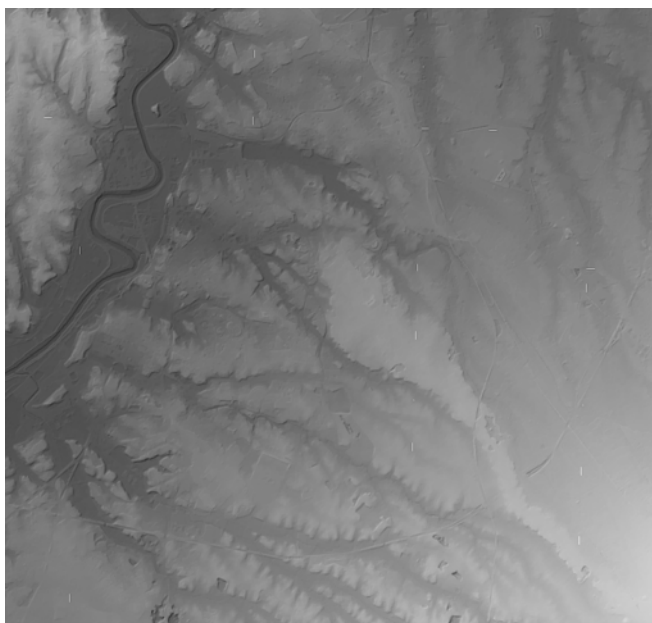
Il processo di elaborazione del DEM in ambiente GIS relativo alla porzione di studio è descritto di seguito. Inizialmente, è stato reperito il DTM dal sito degli Open Data della Regione

Lazio⁴⁶, ossia la nuvola di punti a passo cinque metri disponibile in formato .dxf.

Questi dati di partenza sono disponibili parcellizzati a seconda del numero di foglio della CTR, quindi si è provveduto a rintracciare i DTM corrispondenti ai fogli e alle relative sezioni dell'area di lavoro individuata⁴⁷.

Sebbene il formato originale sia vettoriale, il processo all'interno del software ESRI ArcGIS Pro 2.7 prevede l'importazione del DTM e la conversione della nuvola di punti in *raster*, producendo il DEM, cioè una immagine i cui valori RGB corrispondono ad altrettanti valori di quota altimetrica. In essa le quote più basse sono in nero e le quote più alte sono in bianco⁴⁸.

Successivamente, è stato condotto un processo⁴⁹ finalizzato all'unione dei DEM parziali, il quale provvede anche ad una omogeneizzazione dei dati RGB associati. Tale DEM espli-



⌚ | 0 | | 3 Km

34/ Rappresentazione della superficie del terreno ottenuta integrando il DEM con la funzione Hillshade. Consente di avere una valida raffigurazione della topografia.



⌚ | 0 | | 3 Km

35/ Rappresentazione del terreno sviluppata attraverso una integrazione tra DEM e curve di livello. Queste sono state estratte e ricavate direttamente dal DEM (elaborazioni in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).

cita una quota minima di +0,15 metri s.l.m. e una quota più elevata di +127 metri s.l.m. (fig. 32).

Da tale rappresentazione si comprende ancora di più l'andamento orografico dell'area in esame, in cui emerge chiaramente la formazione dei pianori, tra i quali spicca quello della colata lavica di Capo di Bove, ossia quello di tonalità grigio più chiaro poiché in posizione maggiormente elevata, il quale procede come una striscia allungata.

Il processo *Hillshade*⁵⁰, invece, “produce una rappresentazione 3D della superficie del terreno, con la posizione relativa del sole presa in considerazione per ombreggiare l'immagine”⁵¹.

Esso si sviluppa a partire dal DEM precedentemente elaborato. Si nota come il suolo sia debolmente modellato e si evince anche l'andamento del fiume Tevere (fig. 33). È possibile avere una rappresentazione della superficie del suolo integra-

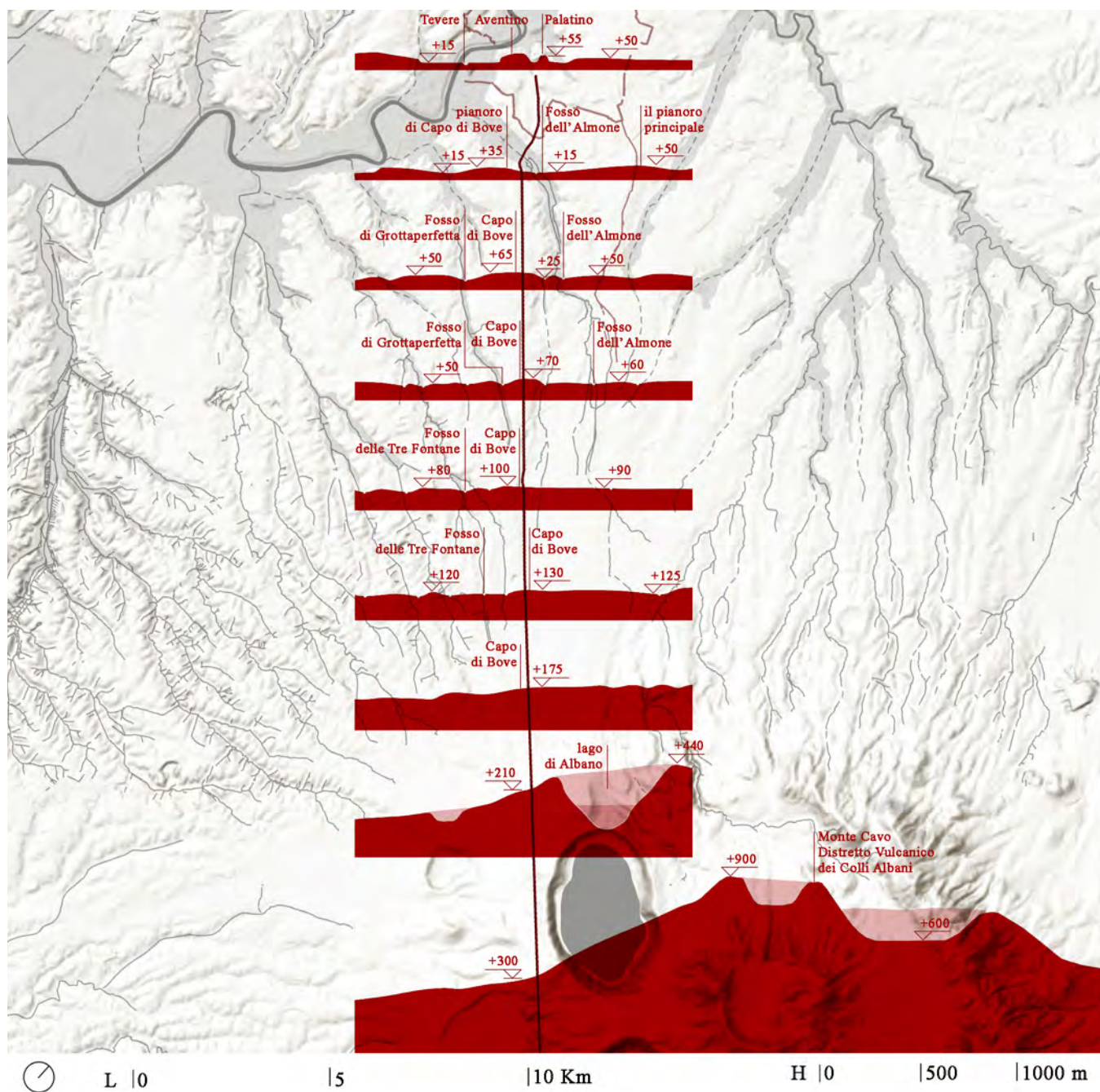
ta tra DEM e rappresentazione *Hillshade* tramite l'impostazione di un valore di trasparenza al DEM; questo restituisce una valida raffigurazione dell'andamento orografico del terreno (fig. 34).

Da tale DEM è possibile, inoltre, estrarre le curve di livello ed avere una rappresentazione composta costituita dalla superficie del terreno con le isoipse che rimarcano i differenti piani di quota (fig. 35).

Da queste rappresentazioni si comprende come la morfologia dipenda innanzitutto dai dati iniziali del DTM, nel caso specifico composto da una nuvola di punti acquisita con punti a distanza cinque metri.

Riguardo al DEM, è bene ricordare che esso è in formato *raster*, quindi un'immagine bidimensionale che mostra la variazione altimetrica secondo differenti tonalità dei valori RGB. La sua resa grafica può essere potenziata attraverso opera-

Sara Colaceci



36/ Sezioni territoriali dal Distretto Vulcanico dei Colli Albani al Tevere (elaborazioni in ESRI - ArcGIS Pro 2.7, Autodesk Autocad, Adobe Photoshop).

zioni quali la scelta dei valori e delle tonalità, la trasparenza, l'*Hillshade*, l'estrazione delle curve di livello.

I dati delle quote sono leggibili tramite lo shapefile puntuale relativo, oppure attraverso i valori RGB del DEM.

Una considerazione a margine riguarda il fatto che il DEM incorpora anche il sistema idrografico principale, cioè il Tevere, poiché deriva dai punti acquisiti a distanza cinque metri uno dall'altro, quindi è riconoscibile il suo andamento, mentre non altrettanto si può dire per il reticolo idrografico, cioè i fossi i quali avendo una larghezza di dimensioni minori di cinque metri, non risultano come dato acquisito. Questo a dimostrazione dell'importanza del dato di origine.

Le sezioni territoriali dai Colli Albani al Tevere esplicitano maggiormente la variazione orografica, mostrano l'aumento di quota dal fiume verso il distretto vulcanico, l'alternanza delle valli e dei pianori e la colata di Capo di Bove come il pianoro più elevato sul quale si fonda la via Appia Antica.

La prima sezione sul fiume evidenzia la piana alluvionale (+15 m s.l.m.) e i Sette Colli (+55 m s.l.m.).

Le sezioni successive indicano la successione di valli e pianori che generalmente arrivano a +50 m s.l.m., tranne quello sul quale si imposta la *Regina Viarum* che arriva a +120 m s.l.m., delimitato dai fossi di Grotta Perfetta e dell'Almone.

Le ultime sezioni rivelano l'andamento dei Colli Albani con i crateri occupati dai laghi e la cima più alta costituita da Monte Cavo (+900 m s.l.m.) (fig. 36).

3.8 Infrastruttura lineare e strutture puntiformi

Avvicinando l'attenzione al primo tratto della via Appia Antica, ossia il tratto extra-muraneo del percorso dal III al V miglio si notano due aspetti.

Il primo riguarda il suo essere un tracciato di crinale, ossia prima antropizzazione ed iniziale acquisizione inevitabilmente legate all'assetto morfologico⁵².

Infatti, avanza lungo un rettilineo disposto sulle quote più alte del pianoro. Ciò risponde coerentemente alla logica di acquisizione di crinale.

Essa assume una valenza di strutturazione territoriale e urbana. Comprendere tale valore vuol dire essere consapevoli del suo natio ruolo di strutturazione del territorio, il suo modo di percorrere una porzione di spazio inevitabilmente legato

all'assetto idro-morfologico, il suo essere architrave e matrice di un sistema viario, il suo essere prima strutturazione di un ambiente in via di antropizzazione.

Si vuole rilevare, innanzitutto, l'insieme strutturale che è maggiormente esaustivo delle dinamiche antropiche di un territorio, per meglio comprendere successivamente tutti gli elementi e le componenti del tratto urbano che, seppur importanti, derivano da una originaria acquisizione del territorio riguardante il percorrere.

Al di fuori delle mura, infatti, non esiste una tabula rasa bensì uno spazio fisico la cui organizzazione è derivata da un'antecedente strutturazione di percorrenza.

Il secondo aspetto riguarda la sua incidenza sul territorio non limitata esclusivamente alla pura percorrenza (esistono luoghi semplicemente percorsi e non insediati) bensì estesa a una serie di strutture puntiformi dalla valenza variegata: uso abitativo/produttivo delle domus residenziali-rustiche e delle ville di *otium*, uso sepolcrale delle tombe romane e dei complessi cimiteriali cristiani, uso produttivo dei casali⁵³.

La sua importanza fu tale che lungo il tracciato, nel tratto extra-muraneo, fu affiancata da numerose tombe e ville suburbane⁵⁴. Il sistema storico antropico si manifesta con le strutture puntiformi (abitative, sepolcrali, produttive) e con le infrastrutture lineari (viarie e idriche).

Rendere palese questo sistema unitamente alle trame naturali (i fossi e i pianori) vuol dire rendere manifesta l'ineluttabile relazione tra la storicità e la fisicità del territorio.

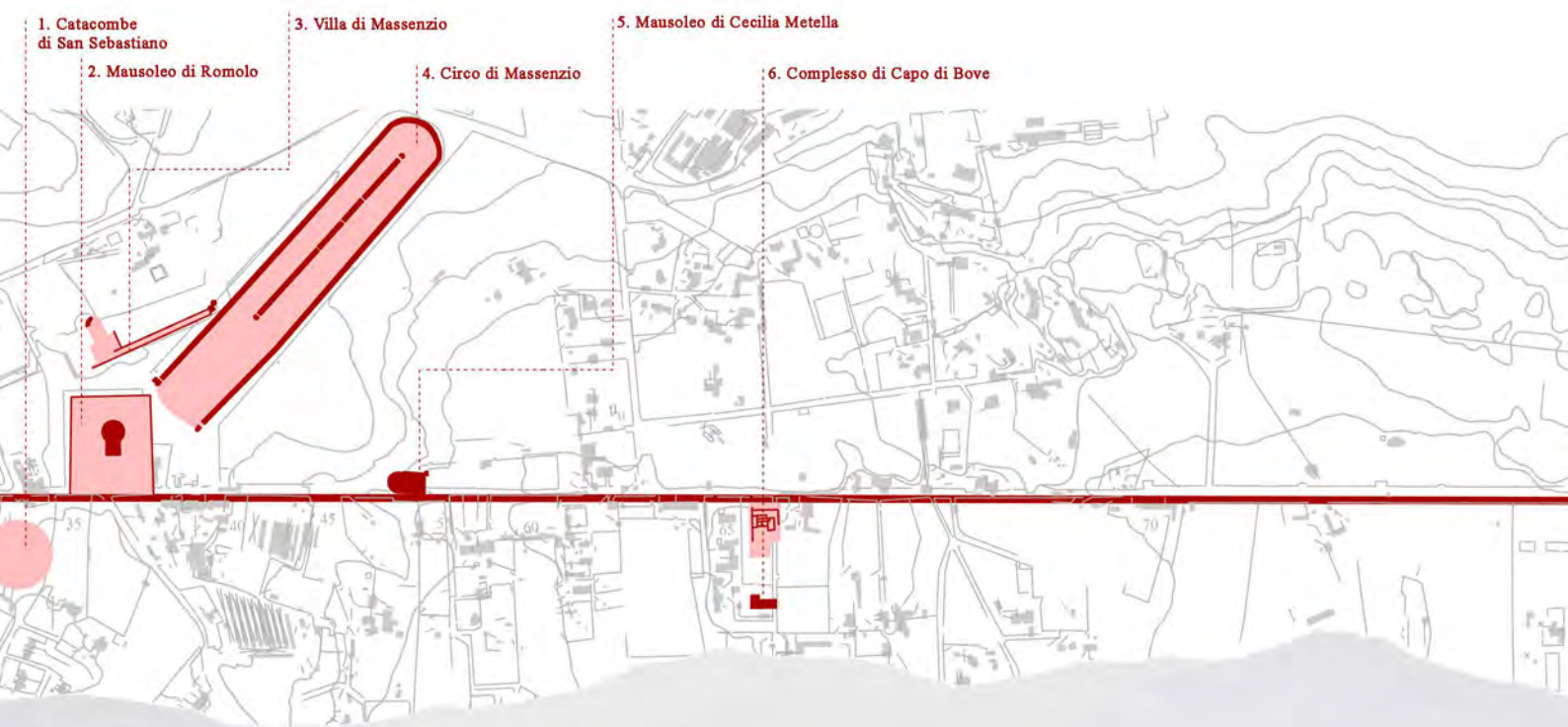
La strutturazione di crinale del sistema storico antropico, dunque, è determinata da un asse che si rivela essere una infrastruttura lineare viaria storica, ai lati della quale si dispongono numerosi edifici variegati, che si rivelano essere strutture puntiformi storiche⁵⁵.

Lo stralcio planimetrico evidenzia il tratto dalle catacombe di San Sebastiano alla Villa dei Quintili, in cui è evidente tale assetto urbano.

I sepolcri romani e i complessi cimiteriali cristiani sono prettamente a ridosso della strada. I numerosi sepolcri punteggiano costantemente la sommità del crinale, mentre le *domus* o le ville suburbane si dispongono distanti dalla strada, ossia maggiormente verso il pendio (figg. 37-38).

Tra i manufatti si riscontra una differenza di destinazione d'uso. Con valenza sepolcrale riscontriamo le tombe romane, tra cui quelle celebri dei mausolei di Romolo, di Cecilia Metella

Sara Colaceci



37/ *Strutturazione antropica di crinale: la via Appia Antica e le strutture puntiformi ai suoi lati, relativi ai sepolcri e ville (elaborazioni in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).*

38/ *La via Appia Antica presso la Villa dei Quintili con il Distretto Vulcanico dei Colli Albani sullo sfondo (Immagine tratta da https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Parco_Archeologico_della_Via_Appia_Antica.jpg#filelinks. Autore dell'immagine fotografica Stefano Castellani).*



e di Sant'Urbano, e il complesso cimiteriale cristiano delle catacombe di San Sebastiano.

Con valenza abitativa e produttiva sono presenti la villa di Massenzio e la villa dei Quintili, oltre al complesso di Capo di Bove e il sito di Santa Maria Nova che avevano la medesima funzione produttiva.

Una menzione particolare riguarda il Circo di Massenzio con funzione ludica il quale occupa una insenatura del pianoro, sfruttando quindi la topografia per le gradinate.

La catalogazione e la sistematizzazione di tale patrimonio architettonico può essere gestita appropriatamente in ambiente GIS attraverso la capacità informativa insita in esso. Infatti, è possibile individuare la geometria, la posizione geografica e gli attributi, ossia il dato descrittivo tramite numeri e testi.

Gli attributi, nel caso specifico, possono includere il nome dell'oggetto, il numero progressivo, la datazione, la specifica sulla tipologia (fig. 39).

L'analisi dell'assetto urbano con le relative destinazioni d'uso consente di comprendere i rapporti spaziali che il manufatto architettonico instaura con il contesto urbano e territoriale.

In una applicazione siffatta, in cui è possibile avere a disposizione dati georeferenziati, compiere interrogazioni sugli attributi, rappresentare elementi spaziali e non spaziali, l'organizzazione sistemica assume a ruolo dominante.

Il database diviene qualcosa in più che un semplice contenitore o immagazzinatore di migliaia di dati provenienti dal mondo, poiché attraverso l'analisi delle relazioni spaziali, permette di leggere e interpretare la città e le conformazioni territoriali le quali, essendo state soggette all'azione antropica nel corso dei secoli, si rivelano come patrimonio culturale territoriale⁵⁶.

La rappresentazione diventa dinamica poiché si attua attraverso la combinazione di dati eterogenei, poiché mette in evidenza le relazioni tra layer differenti, sottolineando le interconnessioni tra le componenti naturali e artificiali.

Si comprende quanto siano simbiotici gli aspetti tecnologici (il software che deve elaborare i processi supportato dall'hardware), geografici (ogni oggetto è individuabile e definito da coordinate geografiche), rappresentativi (la forma geometrica e grafica è il modus con cui si fruisce l'informazione) e anche umani (l'uomo sceglie quali analisi compiere e per quale motivo). Una coppia di coordinate geografiche è condizione necessaria ma non sufficiente a procurare indicazioni adeguate a

indagini e studi sulla conformazione territoriale. La possibilità di gestire dati vettoriali, numerici, testuali, immagini raster rende l'informazione carica di accezioni e contenuti, dilatando il significato di Dato per arrivare a quello di Informazione. Alla luce di ciò, è possibile capire le logiche dell'acquisizione antropica, ossia il nesso tra la partizione fisica e come l'uomo l'ha impiegata per i propri scopi. La lettura, dunque, è intesa come intersezione di sistemi insediativi storici e sistemi ambientali⁵⁷. È essenziale rintracciare "le relazioni materiali sottese alla forma, per comprenderne le logiche e i parametri e poterne simulare modelli"⁵⁸.

Una sezione trasversale al pianoro vulcanico esplicita i criteri dell'acquisizione antropica. Evidenzia innanzitutto la variazione orografica tra la sommità del crinale a +90 m s.l.m. e la valle a + 60 s.l.m. con un andamento lievemente modellato del terreno.

La sommità del crinale è sede dell'infrastruttura viaria e delle strutture puntiformi sepolcrali, in virtù dell'usanza dei Romani di seppellire i defunti lungo le strade extraurbane. Si pensi alla medesima situazione che si ripropone lungo la via Latina o la via Casilina, le quali sono le consolari adiacenti che si dirigono verso sud-est.

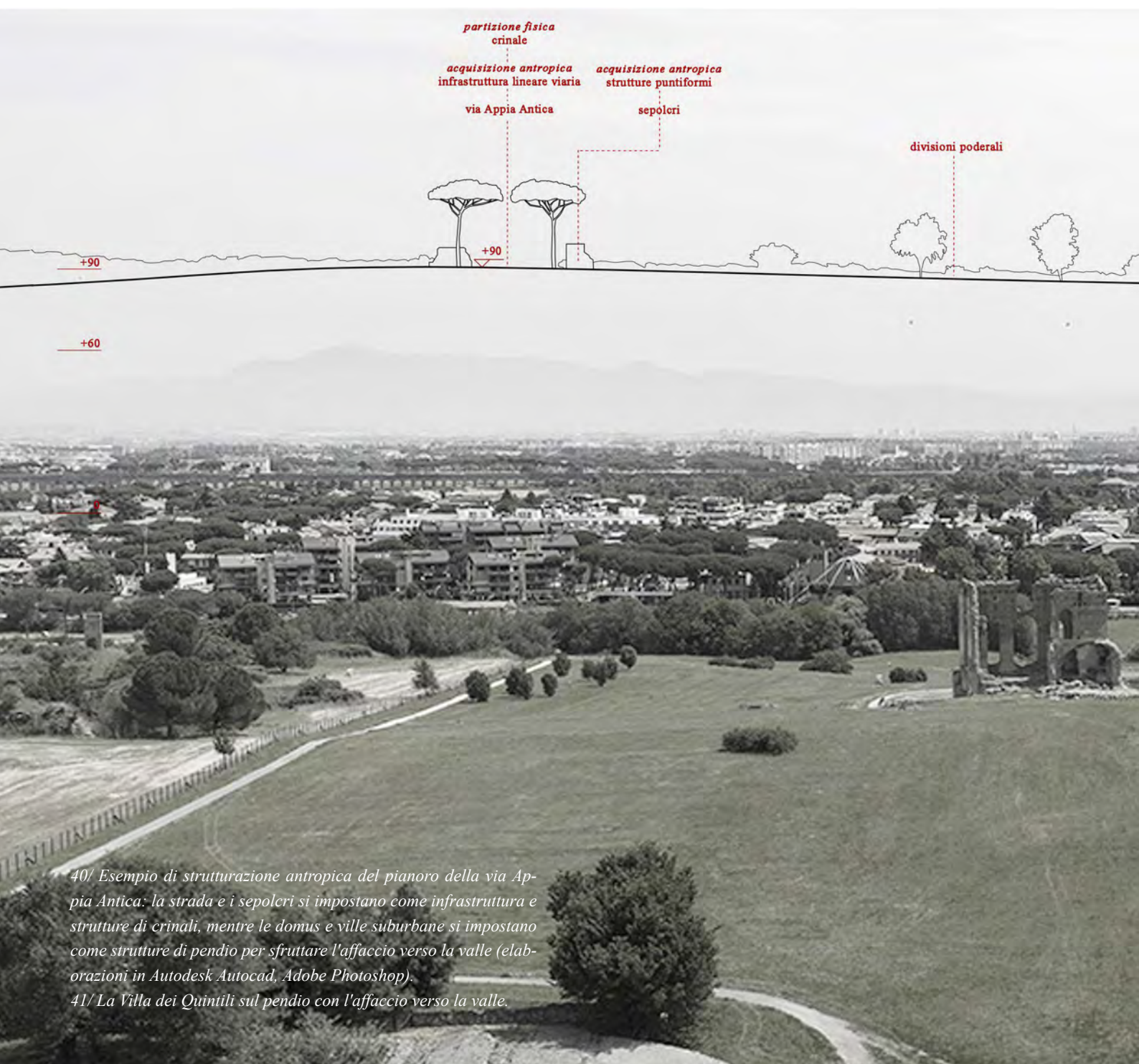
Tra il crinale e la valle sono preponderanti le divisioni poderali costituite da masse arbustive o singoli alberi o filari di alberi che seguono il percorso di strade secondarie.

Le *domus* o le ville, invece, si dispongono sui pendii, per sfruttare l'andamento orografico per la costruzione e per avvalersi e godere dell'affaccio verso la valle sottostante. Tale conformazione, ripetuta sul territorio, definisce un sistema di uso dello spazio che caratterizza la campagna romana (figg. 40-41). Si evince, dunque, in che modo le condizioni morfologiche hanno influito sull'acquisizione territoriale e sull'utilizzo delle diverse partizioni fisiche da parte dell'uomo. Si evince in che modo l'uomo ha usufruito di tale assetto e in che modo la dialettica tra azione antropica e azione ambientale ha promosso il paesaggio storico romano.

N.	Nome	Datazione	Tipologia delle funzioni
1	Catacombe di San Sebastiano	I - III sec. d.C.	Sepolcrali / Complesso cimiteriale cristiano
2	Mausoleo di Romolo	IV sec. d.C.	Sepolcrali
3	Villa di Massenzio	IV sec. d.C.	Abitative / produttive
4	Circo di Massenzio	IV sec. d.C.	Ludiche
5	Mausoleo di Cecilia Metella	I sec. a.C.	Sepolcrali
6	Complesso di Capo di Bove	II sec. d.C. - IV sec. d.C.	Abitative / produttive
7	Mausoleo circolare		Sepolcrali
8	Tempio dei figli di Sesto Pompeo		Sepolcrali
9	Tempio di Giove	II sec. d.C.	Sepolcrali
10	Mausoleo di Sant'Urbano	IV sec. d.C.	Sepolcrali
11	Tomba dei Licinii		Sepolcrali
12	Sepolcro di Ilario Fusco	I sec. a.C.	Sepolcrali
13	Sepolcro di Tiberio Claudio II		Sepolcrali
14	Sepolcro a tempietto	II sec. d.C.	Sepolcrali
15	Tomba dei Rabirii	II sec. a.C.	Sepolcrali
16	Sepolcri dei Festoni e del Frontespizio	I sec. a.C.	Sepolcrali
17	Sepolcri in laterizio	II sec. d.C.	Sepolcrali
18	Sepolcro dei Curiazi	I sec. a.C.	Sepolcrali
19	Santa Maria Nova	II sec. d.C.	Abitative / produttive
20	Mausoleo piramidale	II sec. d.C.	Sepolcrali
21	Tumuli degli Orazi	I sec. a.C.	Sepolcrali
22	Villa dei Quintili	II sec. d.C. - IV sec. d.C.	Abitative / produttive

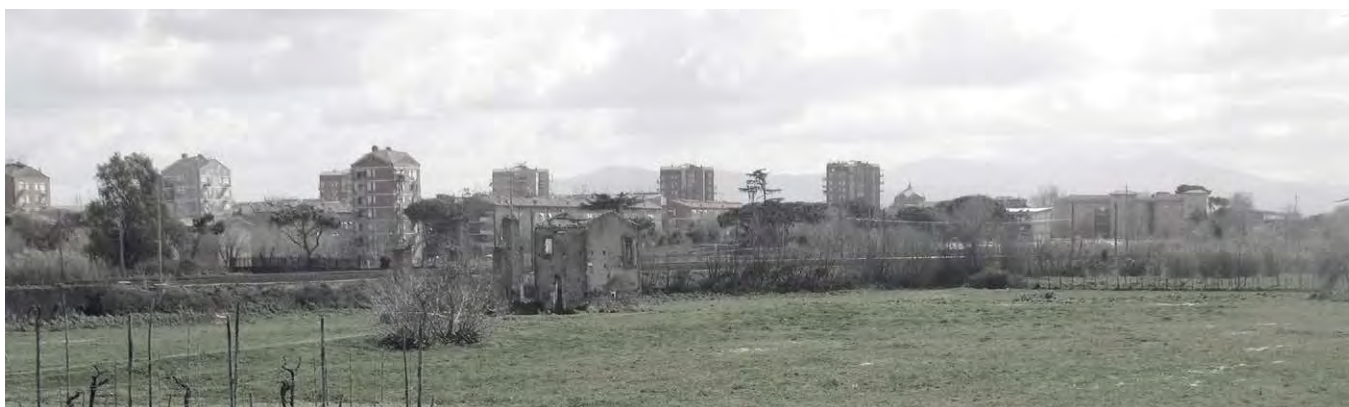
39/ Attributi delle strutture antropiche puntiformi della via Appia Antica nel tratto compreso tra le Catacombe di San Sebastiano e la Villa dei Quintili.

Sara Colaceci





Sara Colaceci



42/ Il margine del parco verso il quartiere Tuscolano.

43/ Il margine della Caffarella verso il quartiere Appio Latino.

44/ Il margine del parco verso il quartiere di Tor Fiscale.

3.9 Le aree libere all'interno della città costruita

Nella lettura e nella conoscenza degli spazi aperti urbani e territoriali è indispensabile l'analisi delle aree libere.

Questa si articola attraverso due piani di riflessione: il primo è relativo alla rappresentazione e comprensione del rapporto che tali aree instaurano con l'edificato, mentre il secondo riguarda la rappresentazione puntuale delle tipologie vegetali. Tale paragrafo si concentra sul primo livello di indagine, mentre lo studio e la rappresentazione delle essenze arboree è affrontato nei capitoli successivi.

Aree verdi ed edificato instaurano una relazione variegata (figg. 42-43-44). L'insieme delle componenti consente di comprendere il rapporto tra fattori fisici e fattori antropici (fig. 45). La sovrapposizione della foto aerea con il layer vettoriale appartenente all'edificato consente di evidenziare maggiormente la qualità e la tipologia degli ambiti verdi. La mappa è ottenuta in ambiente GIS tramite la *basemap*, ossia la mappa di base predefinita che è possibile scegliere nella galleria delle mappe. Essa è composta dalla foto aerea presente come mappa di riferimento sulla quale sono sovrapposti i livelli vettoriali dello *shapefile* relativo al costruito, facente parte della CTR (fig. 46).

Per tale analisi, a differenza del layer riguardante le strutture antropiche in cui è stato indispensabile il valore informativo, il livello dell'edificato è utilizzato soltanto per una valutazione qualitativa.

La mappa evidenzia il grande cuneo verde del Parco Archeologico dell'Appia Antica, che inizia dal centro dell'*urbe* ed è limitrofa all'Area Archeologica Centrale. Essa, inglobando le Mura Aureliane, si estende nella porzione sud-est.

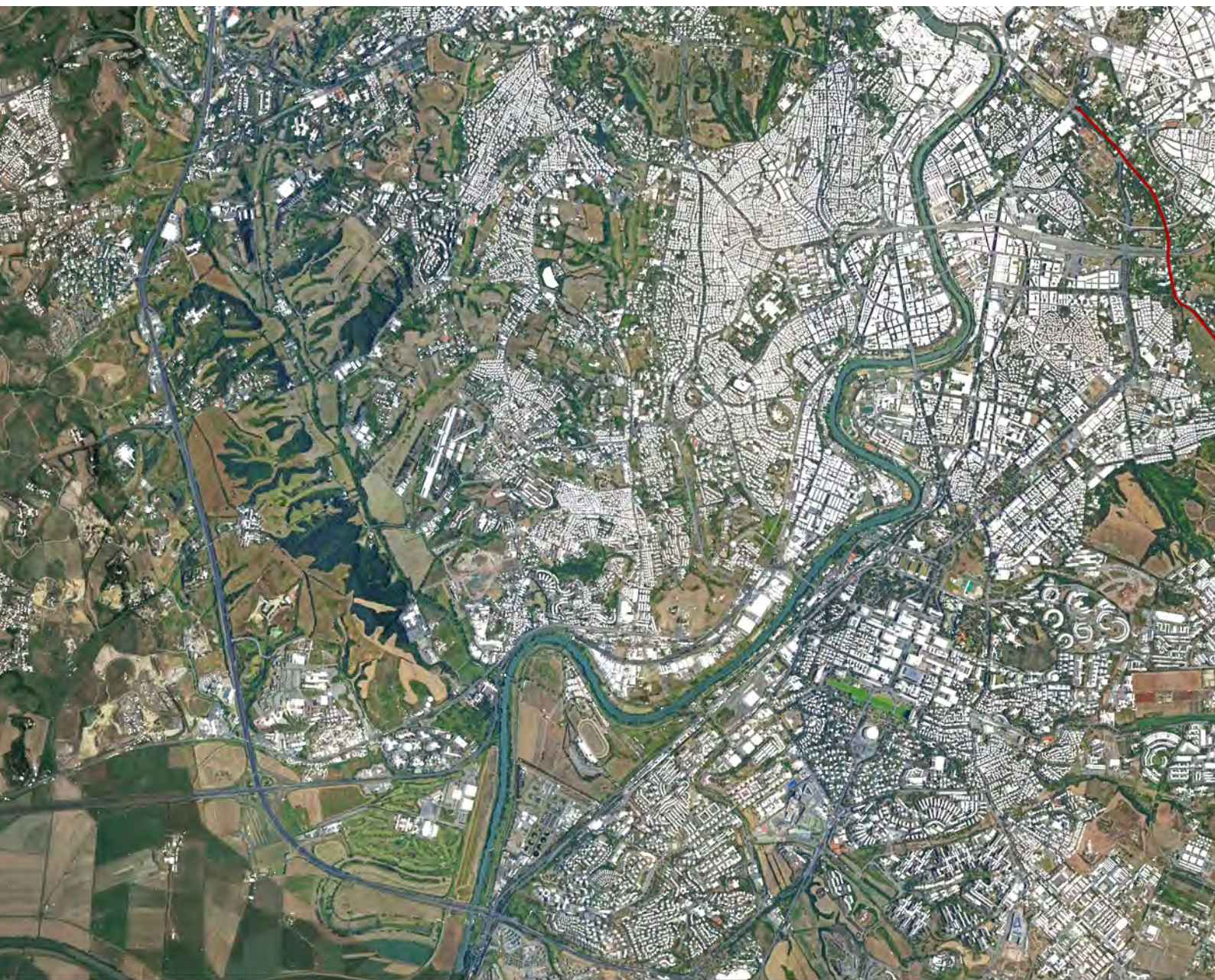
Un'altra area di spazi aperti si dispone ad est e, sebbene sia decisamente più esigua della precedente, essa si estende in maniera continua dall'esterno all'interno della città come il grande cuneo verde.

Entrambe appartenevano al suburbio romano ed attualmente si palesano come spazi, più o meno estesi, sottratti al processo edificatorio intensivo del secondo dopoguerra, nelle quali ritroviamo i caratteri del paesaggio romano, sia naturali che antropici. L'espansione edilizia occupa la parte orientale e occidentale caratterizzata da un tessuto compatto, mentre è presente un tessuto minore più fragile in prossimità dei margini del parco.



45/ Sovrapposizione delle componenti (dal basso verso l'alto): morfologia e idrografia; le aree libere; edificato e via Appia Antica.

Sara Colaceci



10

|

11

|

12

|

|

|

|

|

|

15 Km



46/ Le aree libere in evidenza tramite la sovrapposizione della foto aerea con il layer vettoriale dell'edificato.

Note

- 1 Calzolari 1999, pp. 49-64.
- 2 Vittoria Calzolari (1924-2017) è stata Professore ordinario di Urbanistica all'Università La Sapienza, docente di Progettazione del Territorio e Direttore della Scuola di Specializzazione per la Progettazione del Paesaggio.
- 3 Calzolari 1999, p. 49.
- 4 Calzolari 2003, (https://o2.architettriroma.it/monitor/didatticaurbana/calzolari_permanenza_e_fragilita.html). Consultato il 02 giugno 2021.
- 5 Corboz 1985, pp. 22-27.
- 6 “I termini ambiente, territorio, paesaggio, sono - come è noto - presenti e assumono significati diversi in diversi ambiti disciplinari e culturali (naturalistico-ecologico, storico-geografico, filosofico-estetico, socio-economico- antropologico, urbanistico-architettonico). Vorrei cercare di sintetizzare i contenuti e le correlazioni tra i termini ambiente, territorio, paesaggio, precisando che - come accade per ogni tentativo di definizione e schematizzazione - lo scopo è soprattutto quello di facilitare la ricerca delle tante correlazioni tra le interpretazioni e la sostanza degli oggetti e che alle definizioni non si attribuisce un valore assoluto né statico.
Il termine ambiente viene assunto soprattutto secondo l'accezione di tipo fisico-naturalistico-ecologico come insieme di risorse biotiche e abiotiche tra loro correlate e interagenti. Il termine territorio viene assunto soprattutto secondo l'accezione delle discipline umanistiche (socio economiche-territoriali antropologiche). [...] Il paesaggio è la manifestazione sensibile e percepita in senso estetico, del sistema di relazioni che si determina nell'ambiente biofisico e antropico e che caratterizza il rapporto delle società umane e dei singoli individui con l'ambiente e con il territorio, con i siti e i luoghi, in cui si sono sviluppati, abitano e operano”. Calzolari 2000, p. 56.
- 7 A tal proposito risultano attuali le parole di Vittorio Gregotti sul paesaggio antropogeografico: “Scopo di questa seconda parte è di indagare intorno alla fondazione di una tecnologia formale del paesaggio antropogeografico dal punto di vista dell'architettura. Indagare cioè quali problemi vengano posti in primo piano dal considerare il nostro lavoro di architetti come lavoro sugli insiemi ambientali a tutte le scale dimensionali. Noi condurremo avanti il nostro scritto prima di tutto come un'elencazione di problemi

- aperti sull'architettura da questa particolare ottica: una specie di progetto e di esperimento a partire dal tentativo di strutturare in senso significativo l'insieme dello spazio fisico che l'uomo abita sulla terra, non solo lavorando e operando in modo estetico nella costruzione del manufatto, ma conferendo senso estetico anche ad insiemi la cui presenza al mondo è precedente alla nostra azione diretta”. Gregotti 2008, p. 59. Cfr. Gregotti 1991, pp. 2-4.
- 8 Calzolari 1999, p.7.
 - 9 “Il riconoscimento del luogo sia, in fondo, il primo atto dell'architettura. Non cioè porre una pietra sopra l'altra, ma porre una pietra sopra la terra per conferire un'identità al luogo che noi conosciamo, per trasformarlo in una cosa, per renderlo visibile, per comunicarlo all'intera umanità, questo è il primo atto dell'architettura. [...] Quest'idea di paesaggio, come insieme ambientale totale, deve muovere, invece che verso la conservazione o ricostruzione dei valori naturali separati, verso il riconoscimento della materialità dell'interno ambientale antropogeografico come operabile e continuamente intenzionabile”. Gregotti 2008, p. 93.
 - 10 Tali operazioni sono centrali nell'approccio strutturalista, che si basa sulla scomposizione dell'intero in parti costitutive al fine di classificarle e poi ricomporle, in maniera da comprendere le singole entità e le relazioni che si instaurano tra le une e le altre, ossia tra le parti e il tutto.
 - 11 Novello, Bocconcino 2019, pp. 33-34.
 - 12 Corboz 1985, pp. 22-27.
 - 13 “Nella nostra cultura lo strumento per eccellenza utilizzato per rappresentare ogni tipo di paesaggio è sempre uno strumento che deve comprendere contemporaneamente sia gli aspetti più tecnici e scientifici sia quelli, invece, più puramente estetici. Tale strumento di lettura, di conoscenza, di analisi, di comunicazione era uno strumento cartografico. [...] È sempre esistito un divario tra il paesaggio ideale e il paesaggio rappresentato, tra l'immagine reale e la sua trasposizione cartografica; osservare il paesaggio dal vero o dalla carta comporta due diversi approcci, due predisposizioni sensoriali e percettive del tutto differenti essendo differenti i livelli e i codici di lettura”. Cianci 2008, p. 60.
 - 14 Per una trattazione sui differenti approcci per disegnare l'ambiente urbano o la città si veda Salerno 2017, pp. 11-21. L'autrice espone diversi modi di rappresentare l'ambiente che corrispondono a diversi modi di considerarli. La tradizione di studi latina è basata su storia e morfologia ed utilizza approcci analitici e descrittivi, mentre la tradizione anglosassone è basata sull'esperienza e preferisce approcci legati a tale aspetto.

- 15 Pittaluga 1995, p. 57.
- 16 Carta topografica dell'agro romano e territori limitrofi, 1880, ASC, segn. Stragr 575.
- 17 Corboz 1985, pp. 23.
- 18 "Per chi si occupa di storia dell'architettura o dello studio delle trasformazioni del territorio, affrontare le questioni legate all'evoluzione del paesaggio storico ha un duplice obiettivo: se da una lato s'intende comprendere le azioni che nel corso del tempo hanno prodotto l'assetto dello spazio, dall'altro è una delle vie per afferrare le scelte architettoniche, sia di localizzazione che formali, delle singole costruzioni". Giordano, Zaggia 2017, pp. 121-126.
- 19 Funicello *et al.* 2006, pp. 1-328.
- 20 Parotto 2008, pp. 25-38.
- 21 Ciccacci 1993, pp. 65-69.
- 22 Bianconi, Filippucci 2018, p. 16.
- 23 Calzolari 1999, p. 61.
- 24 Carta topografica dell'agro romano e territori limitrofi, 1880, ASC, segn. Stragr 575. Carta geologica di Roma. In: Ventriglia Ugo, 1971. *Geologia della città di Roma*. Roma: 1971. Carta litostratigrafica, 1990. In: Ventriglia Ugo, *Idrogeologia della provincia di Roma. Regione vulcanica dei Colli Albani*, vol. 3, 1990.
- 25 Il sistema informativo geografico è stato realizzato con il software ESRI ArcGIS Pro 2.7, presente nell'applicazione ArcGIS Desktop 10.8.
- 26 In generale, occorre specificare che i dati importati nel database appartengono a due modelli di rappresentazione, vettoriale e raster, le cui caratteristiche li rendono adatti alla rappresentazione di differenti tipologie di componenti. I dati vettoriali (in formato shapefile) sono usati per la rappresentazione di tutti gli elementi discreti che compongono la realtà (come ad esempio edificato, strade, vegetazione, uso del suolo, idrografia, divisioni poderali, elementi di arredo urbano, confini amministrativi) attraverso punti, linee e poligoni. I dati raster sono utilizzati per la rappresentazione degli elementi continui, quali la superficie del terreno.
- 27 (<http://dati.lazio.it/catalog/dataset/carta-tecnica-regionale-2002-2003-5k-roma>). Consultato il 27 febbraio 2020.
- 28 Carta Geolitologica del territorio comunale, facente parte del PRG del Comune di Roma. (<http://www.urbanistica.comune.roma.it/prg-2008-vigente/elaborati-gestionali/g9-1-carta-geolitologica.html>).
- 29 Carta litostratigrafica, in: U. Ventriglia, *Idrogeologia della provincia di Roma*, vol. 3 Regione vulcanica dei Colli Albani, 1990.
- 30 Martone 2006, pp. 9-14.
- 31 Cfr. Palestini, Basso, Calisi 2020, pp. 214-224.
- 32 In ArcGIS Pro 2.7, Clip è uno strumento di geoprocessing che consente di ritagliare un set di dati. (<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/analysis/clip.htm>). Consultato il 05 aprile 2020.
- 33 L'analisi degli attributi della componente idrografica mostra: l'object identificativo dell'elemento, la forma, il codice identificativo della tipologia (tuttavia espresso attraverso un numero che deve essere consultato in una tabella Excel esterna nella quale è associata la descrizione testuale), il numero di foglio della CTR, il municipio di appartenenza.
- 34 Carta Geolitologica del territorio comunale, facente parte del PRG del Comune di Roma. (<http://www.urbanistica.comune.roma.it/prg-2008-vigente/elaborati-gestionali/g9-1-carta-geolitologica.html>).
- 35 La funzione hillshade in ArcGIS Pro è "una rappresentazione 3D della superficie del terreno, con la posizione relativa del sole presa in considerazione per l'ombreggiatura dell'immagine. L'ombreggiatura è una tecnica per visualizzare il terreno determinato da una fonte di luce e dalla pendenza e dall'aspetto della superficie dell'elevazione. È un metodo qualitativo per visualizzare la topografia e non fornisce valori assoluti di elevazione. Questa funzione fornisce due opzioni per la generazione di ombreggiature: tradizionale e multidirezionale. Il metodo tradizionale calcola l'ombra della collina utilizzando una fonte di illuminazione da una direzione utilizzando le proprietà di altitudine e azimut per specificare la posizione del sole. Il metodo multidirezionale combina la luce proveniente da più fonti per rappresentare il terreno in ombra". (<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/analysis/raster-functions/hillshade-function.htm>). Consultato il 06 agosto 2021.
- 36 Le fonti dei dati che realizzano il World Hillshade all'interno di ArcGIS Pro 2.7 sono ESRI, Intermap, NASA, NGA, USGS. ESRI (Environmental System Research Institute) è una delle maggiori aziende di produzione di software GIS. Intermap è una società che si occupa di raccolta e fornitura di dati 3D del terreno. La NASA (National Aeronautics and Space Administration) è l'agenzia governativa statunitense per la ricerca aerospaziale. NGA (National Geospatial-Intelligence Agency) è un'agenzia che si occupa di fornitura di intelligenza geospaziale. USGS (United States Geological Survey) è un'agenzia governativa statunitense che si occupa di ricerca nell'ambito delle scienze naturali, biologiche e terrestri.
- 37 Per la natura costitutiva dei suoli cfr. Mantovani Paolo. *Carta geologica della campagna romana, 1875*, ASC, segn Tom 191. *Carta geologica della campagna romana, 1880*, ASC, segn Stragr 575, n17.

Verri A., Carta geologica di Roma, 1883-1909. In Funicello Renato, 1995. *Memorie descrittive della carta geologica d'Italia*, 1995.

Carta topografica dell'agro romano e territori limitrofi, 1880, ASC, segn. Stragr 575.

Carta geologica di Roma. In: Ventriglia Ugo, 1971. *Geologia della città di Roma*. Roma: 1971.

Carta litostratigrafica, 1990. In: Ventriglia Ugo, *Idrogeologia della provincia di Roma. Regione vulcanica dei Colli Albani*, vol. 3, 1990.

Carta Geolitologica del territorio comunale, 2008. PRG del Comune di Roma.

38 Esistono varie strutture di dati per individuare le superfici topografiche. *Raster grid*: griglia regolare, composta da celle uguali che costituiscono l'unità. La griglia è memorizzata tramite una matrice nella quale ogni cella è individuata dagli indici di riga e di colonna. Ad ogni cella corrisponde una posizione geografica. TIN (Triangulated Irregular Network): un insieme di punti disposti irregolarmente nello spazio i quali, se uniti, generano triangoli. Sono elementi vettoriali, ciascun punto ha coordinate x e y o longitudine e latitudine.

Curve di livello o isoipse: linee che uniscono tutti i punti geografici che hanno la medesima quota. Sono elementi vettoriali lineari. Bartłomiej 2017, p. 84.

39 (https://www.usgs.gov/faqs/what-a-digital-elevation-model-dem?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products). Consultato il 17 agosto 2021.

40 Shingare, Kale 2013, p. 2413. Bartłomiej 2017, p. 84.

41 “La creazione di un modello territoriale implica la conoscenza della forma e impone processi di sintesi, sostituzione dell'oggetto con un modello geometrico, riduzione, semplificazione del modello finalizzata alla gestione e al controllo, e proiezione, funzionale alla sua visualizzazione”. Bianconi 2008, p. 63. Cfr. Bianconi, Filippucci 2018, pp. 105-109.

42 Miller, Laflamme 1958, pp. 433-442.

43 Li, Zhu, Gold 2005, pp. 7-9.

44 *Ibidem*. Gli autori associano al termine *Terrein* un significato più complesso del termine *Elevation*. Il primo può contenere il concetto di altezza ma anche altre caratteristiche del terreno come creste, fiumi, linee di interruzione.

45 A differenza dei DSM (*Digital Surface Model*) in cui sono compresi le parti costruite e gli alberi. Cfr. Binaconi 2008, pp. 57-80. 46 (<http://dati.lazio.it/catalog/dataset/carta-tecnica-regionale-2002-2003-5k-roma>). Consultato il 27 febbraio 2020.

47 CTR, foglio 374, sezioni da 374100 a 374160; foglio 387, sezioni da 387020 a 387040.

48 Lo strumento di geoprocessing utilizzato è la conversine Point to Raster che converte punti in un seti di dati raster.

49 La funzione *Mosaic raster* produce una singola immagine mosaicata utilizzando più immagini di origine.

50 È una funzione raster di superficie *Hillshade*.

51 (<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.7/help/analysis/raster-functions/hillshade-function.htm>). Consultato il 06 agosto 2021.

52 Caniggia, Maffei 1982, p. 57.

53 Tomassetti 1979, pp. 1- 670. Spera 1999, pp. 1-532.

54 De Franceschini 2005, pp. 1-568.

55 Cfr. Canina 1853, p. 1-271. Castagnoli 1969, pp. 1-24. Quilici 1989, pp.1-103. Quilici 2004, pp.1-128. Quilici 2005, pp. 1-171.

56 Giordano, Zaggia 2017, pp. 121-126. Il loro contributo ragiona sull'uso degli strumenti digitali per rappresentare le trasformazioni territoriali a partire dalle fonti storiche primarie, opportunamente interpretate.

57 Brusaporci, Lucchese, Maiezza 2018, pp. 129-134. Gli autori considerano il paesaggio urbano come una “silloge di significanti edilizi dove l'istanza storica assume particolare valenza”; per tali ragioni si soffermano sull'importanza di un approccio integrato basato sulla documentazione e sulla lettura critica. Cfr. Centofanti, Brusaporci Lucchese, Maiezza 2016, pp.318-324. Ippoliti 2018, pp. 135-142.

58 Bianconi, Filippucci 2018, p. 16.

*"L'uomo che esplora la natura
con i sensi e la mente ben desti
o che misura con la fantasia
i vasti spazi del creato popolato da organismi,
è certo soggetto a molte e diverse impressioni,
ma nessuna è così forte e intensa
come la sensazione della universale diffusione
e ricchezza della vita".*

*Alexander von Humboldt
Quadri della natura, 1808.
Pubblicato in Farinelli Franco (a cura di). Alexander von
Humboldt. Quadri della natura. Torino: Codice edizioni,
2018, p. 228.*

4. Modelli GIS per la rappresentazione delle componenti del paesaggio

4.1 Introduzione

Il presente capitolo affronta il tema della rappresentazione delle componenti del paesaggio, con particolare attenzione ai sistemi e alle architetture vegetali in GIS di cui si argomentano le questioni teoriche nel secondo paragrafo.

Il terzo paragrafo chiarisce gli obiettivi; il primo mira ad una rappresentazione grafica all'interno di un sistema informativo, evitando che la rappresentazione degli elementi vegetazionali sia relegata ad un generico verde privo di significato. Il secondo obiettivo punta a congiungere gli aspetti più propriamente espressivi con gli aspetti informativi, ossia i caratteri descrittivi delle componenti, con riguardo a quella vegetale, integrando il valore di linguaggio della Rappresentazione al valore censuario della banca dati. Il terzo obiettivo mira a sperimentare il modello 3d in ambiente GIS.

Il quarto paragrafo definisce la metodologia di indagine, a partire da acquisizione dati con SAPR, alla gestione della nuvola di punti in GIS, fino alla rappresentazione delle componenti suolo, edificato e vegetazione.

Il quinto e sesto paragrafo affrontano la valutazione e la classificazione della nuvola di punti per analizzare le componenti del paesaggio. Il settimo paragrafo illustra le metodologie di elaborazione del suolo, i cui prodotti in GIS afferiscono a DEM, TIN e isoipse, mettendone in evidenza differenze e analogie. L'ottavo paragrafo tratta della costruzione del modello tridimensionale dei corpi di fabbrica in GIS, mettendo in evidenza il valore informativo associato.

Il nono paragrafo analizza la rappresentazione dei sistemi vegetazionali intendendo non soltanto l'identificazione delle presenze arbustive e arboree, ma l'assegnazione degli attributi informativi relativi alla specie, alla formazione, alla tipologia, al suolo e all'ambito morfologico. Il decimo paragrafo mira all'analisi puntuale delle essenze arboree, integrando l'aspetto grafico con l'aspetto informativo riguardante lo stato vegetativo di ciascuna essenza.

4.2 Questioni sulla rappresentazione dei sistemi vegetazionali

Le problematiche inerenti al paesaggio e alle sue componenti abbracciano una vasta gamma di interventi, infatti possono includere contributi finalizzati al controllo e alla valutazione di uno stato di fatto, oppure azioni indirizzate alla documentazione, oppure provvedimenti rivolti alla salvaguardia e alla tutela, oppure interventi mirati al recupero, alla trasformazione e alla valorizzazione del medesimo.

L'insieme così articolato necessita di figure specialistiche appartenenti a differenti campi del sapere.

Gli strumenti tecnici, operativi e culturali devono essere in grado di supportarne la gestione, contribuire ad affrontare gli interventi e convogliare correttamente le scelte sul paesaggio e le sue componenti.

Le discipline della Rappresentazione, che da sempre hanno stabilito un rapporto diretto con i contesti naturali e antropizzati, possono svolgere un ruolo attivo, efficace e critico all'interno di tali processi.

Claudio Moriconi, trenta anni fa, scriveva

Se pensiamo che un intervento sul territorio può coinvolgere architetti, urbanisti, ambientalisti, paesaggisti, ecologi, chimici, geologi, e che l'unico linguaggio in grado di coordinare e catalizzare i diversi ruoli è rappresentato dal disegno, appare subito evidente che questo linguaggio non solo è importante, ma è indispensabile per l'intervento stesso¹.

Moriconi enuncia esplicitamente una questione centrale, ossia pone l'accento sul ruolo del Disegno o della Rappresentazione, rimarcando la sua essenza di linguaggio, quale valore per la conoscenza e per la comunicazione, e la sua funzione indispensabile come cerniera tra molteplici settori della scienza.

Inoltre, egli espone un'altra questione, cioè quella relativa agli aspetti della rappresentazione, grafica ma anche di signi-

ficato, degli elementi vegetali, nei quali questi due aspetti non sempre convivono. Infatti, egli aggiunge

Troppo spesso gli elaborati grafici che coinvolgono gli aspetti naturalistici sono un insieme di segni che vogliono rappresentare un generico verde, una astratta vegetazione senza il minimo riferimento botanico, geologico e morfologico, evidenziando solo e sempre l'architettura murata, immersa in macchie di colori senza significato².

Riguardo a tale aspetto, anche Sandro Parrinello scrive

La simbologia adottata normalmente è spesso carente, non solo per la totale assenza dell'apparato grafico descrittivo dell'albero, ma perché mentre le moderne cartografie si stanno evolvendo in sistemi compiutamente tridimensionali, dove morfologia e apparati decorativi e tecnologici degli edifici vengono riproposti con accurata simbologia e codificazione, il verde in genere appare ancora come un simbolo grafico relegato a texture di una superficie che presenta un agglomerato vegetale, senza però che ne siano indicate il più delle volte caratteristiche o qualità³.

La conoscenza degli elementi e delle componenti oggetto dell'indagine è operazione imprescindibile, sia che si tratti di ricerche relative al campo architettonico o urbano o territoriale. In ricerche sui manufatti architettonici e sulle loro componenti di dettaglio, si è soliti analizzare la tipologia, la funzione decorativa, la funzione costruttiva, la relazione tra le parti, i materiali. Similmente, in ambito di ricerche che coinvolgono il paesaggio e gli spazi verdi è doveroso mantenere il medesimo approccio analitico verso le componenti⁴. Inoltre, l'insieme dei processi di documentazione è basilare per qualsiasi tipo di intervento, dalla tutela alla trasformazione.

Se l'architettura è un ambito complesso ed articolato nei suoi aspetti formali, spaziali, funzionali, costruttivi, tecnologici e di relazione con le stratificazioni materiali e temporali che la coinvolgono, altrettanto si può affermare per i sistemi vegetazionali o architetture vegetali⁵.

Una riflessione in merito ai differenti caratteri di permanenza e di variazione presente nell'architettura antropica e nell'architettura vegetale implica una anche una riflessione sulle metodologie per documentare l'aspetto di mutamento costante presente nella vegetazione. Le architetture vegetali sono indubbiamente complesse, tuttavia prima di affrontare il tema

della Rappresentazione è necessario conoscere quegli aspetti che rientrano nella disciplina dell'architettura, quali le caratteristiche formali e dimensionali, il livello di crescita, la geometria della chioma, il portamento, solo per citarne alcuni⁶. La Rappresentazione, rispetto a tali argomenti, non dovrebbe limitarsi esclusivamente al posizionamento dell'elemento vegetale privo di informazioni inerenti ai caratteri e agli aspetti descrittivi della loro componente fisica⁷.

I dati relativi all'aspetto metrico-dimensionale costituiscono le informazioni di primo livello, ossia base documentaria per differenti altri campi del sapere⁸.

Con l'informazione puntuale, la quale specifica ogni elemento, è possibile integrare ed incrementare il valore della Rappresentazione.

4.3 Obiettivi

Conseguentemente alle considerazioni espone nel paragrafo precedente, gli obiettivi della sperimentazione, riflettendo sul ruolo della Rappresentazione delle architetture vegetali, si articolano su differenti piani di lettura.

Il primo obiettivo mira ad affrontare il tema della rappresentazione grafica all'interno di un GIS, cercando di capire se tale sistema riesce a sostenere una rappresentazione alla scala vicina, evitando che la rappresentazione degli elementi vegetazionali non sia relegata ad un generico verde privo di significato o a un simbolo grafico, e se tale rappresentazione sia adeguata ed esaustiva alla lettura delle componenti del paesaggio. Vale a dire se sia possibile leggere i segni antropici e naturali, le trame verdi, le divisioni poderali, le tipologie vegetali, le aggregazioni arboree e, più in generale, se sia possibile identificare e rappresentare tutto quel tessuto che si stabilisce tra l'edificato e il tessuto verde, legati da un profondo rapporto che non può essere scisso.

Oltre a una rappresentazione efficace graficamente, il secondo obiettivo mira a coniugare gli aspetti più propriamente espressivi con gli aspetti informativi.

In tal senso si intendono tutti quei caratteri descrittivi della componente fisica vegetale, quali riferimenti morfo-metrici ed apparati botanici. Lo scopo, dunque, è integrare il valore di linguaggio della Rappresentazione al valore censuario della



- 1/ Aeromobile a pilotaggio remoto Matrice 210 V2 di MG Servizi di Ingegneria s.r.l., responsabile Ing. Andrea Gullotta.
 2/ Marker per realizzare la base topografica.
 3/ Strumenti per il controllo del volo del drone.

banca dati. Il terzo obiettivo punta a sperimentare il modello 3d in ambiente GIS, cioè gli aspetti spaziali tridimensionali, mettendo in evidenza i vantaggi e le criticità di tale modello. Si definisce, quindi, un indirizzo metodologico che integra dati di rilievo, censimento e catalogazione delle informazioni, espressività della rappresentazione e modellazione in ambiente GIS.

Lo scopo è sondare e sperimentare le potenzialità grafico-espressive di un GIS, mantenendo il valore scientifico presente nel contenuto informativo.

Sul piano più generale, gli obiettivi non tendono ad una Rappresentazione “bella”, bensì ad una Rappresentazione con un valore di significato, un valore di riconoscibilità, un valore di comunicazione. All'interno di tali presupposti, il contenuto informativo, al di là dei problemi di acquisizione, gestione, organizzazione del dato, e il contenuto grafico ambiscono alla conoscenza scientifica del sito in esame.

4.4 Metodologia

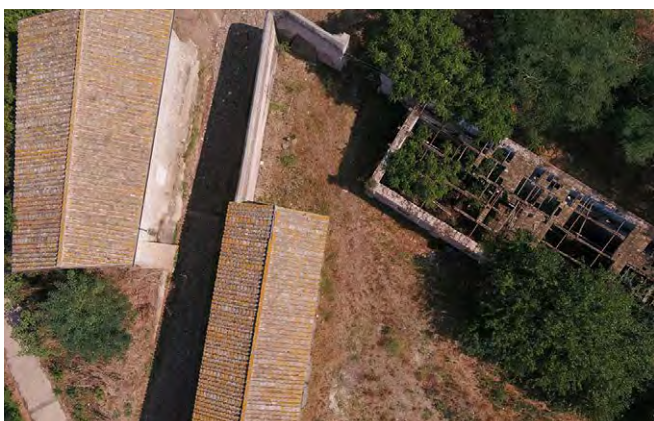
L'area scelta per la sperimentazione è una porzione della Valle della Caffarella, presso il casale della Vaccareccia.

L'area si incentra intorno a tale casale, che mantiene ancora la sua valenza produttiva agricola. In asse è presente un tracciato podereale che struttura il sito congiungendo la parte valliva alle parti a quota più alta. Il fosso dell'Almone corre in direzione trasversale rispetto a tale tracciato. La presenza vegetale è diversificata in relazione alla presenza dell'acqua, al suolo vulcanico o al suolo di origine marina.

La metodologia ha previsto una prima fase di acquisizione dati tramite SAPR (Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto), comunemente detto drone (figg. 1-2-3).

Per questa fase, ci si è avvalsi della consulenza di MG Servizi di Ingegneria s.r.l., responsabile Ing. Andrea Gullotta, che si è occupata della procedura amministrativa riguardante la ri-

Sara Colaceci



4/ Fotogramma acquisito dal rilievo aerofotogrammetrico: i singoli elementi vegetali.

5/ Fotogramma acquisito: i gruppi vegetali.

6/ Fotogramma acquisito: i casali.

chiesta di autorizzazione all'Ente Nazionale per l'Aviazione Civile (ENAC), del volo dell'aeromobile e dell'elaborazione del processo di *Structure from Motion* (SfM).

L'acquisizione dati, dunque, si è svolta con il seguente iter: piano di volo a quota superiore di 25 metri, previa richiesta di autorizzazione, rilievo aerofotogrammetrico tramite aeromobile a pilotaggio remoto Matrice 210 V2 con camera Zenmuse X5S, posizionamento di marker a terra per realizzare la base topografica tramite GPS finalizzata alla scalatura e alla georeferenziazione⁹. L'elaborazione dei dati tramite *Structure from Motion* (SfM)¹⁰ ha permesso di ottenere la nuvola di punti e l'ortofoto¹¹ (figg 4-5-6-7).

La scelta di questo metodo di rilevamento è derivata dalla volontà di acquisire dati di una porzione vasta paragonabile alla scala urbana con tempistiche brevi, tenuto conto che il modello numerico per punti fonda la base per desumere successivamente le informazioni metriche.

Gli svantaggi riguardano le zone d'ombra che, nel caso in esame, risultano dalle fronde e dalle masse arboree. Questo vuol dire accettare a priori che non tutti gli elementi vegetali possono essere ripresi integralmente. Il vantaggio, oltre all'acquisizione speditiva, è stato poter acquisire dati di tutte le zone inaccessibili sia naturali che antropiche. Tra queste si citano: le aree di pertinenza del casale che ha attiva tuttora la sua valenza agricola, le aree caratterizzate dall'occupazione totale di elementi vegetali di fatto non calpestabili al loro interno, l'area inerente al fosso ad una quota inferiore rispetto al piano di calpestio.

La seconda fase ha previsto il riconoscimento delle tipologie vegetali tramite osservazione diretta, campagna fotografica, raccolta di campioni botanici, catalogazione dei dati raccolti e consulenza con un botanico, nella fattispecie il dott. Giovanni Buccomino.

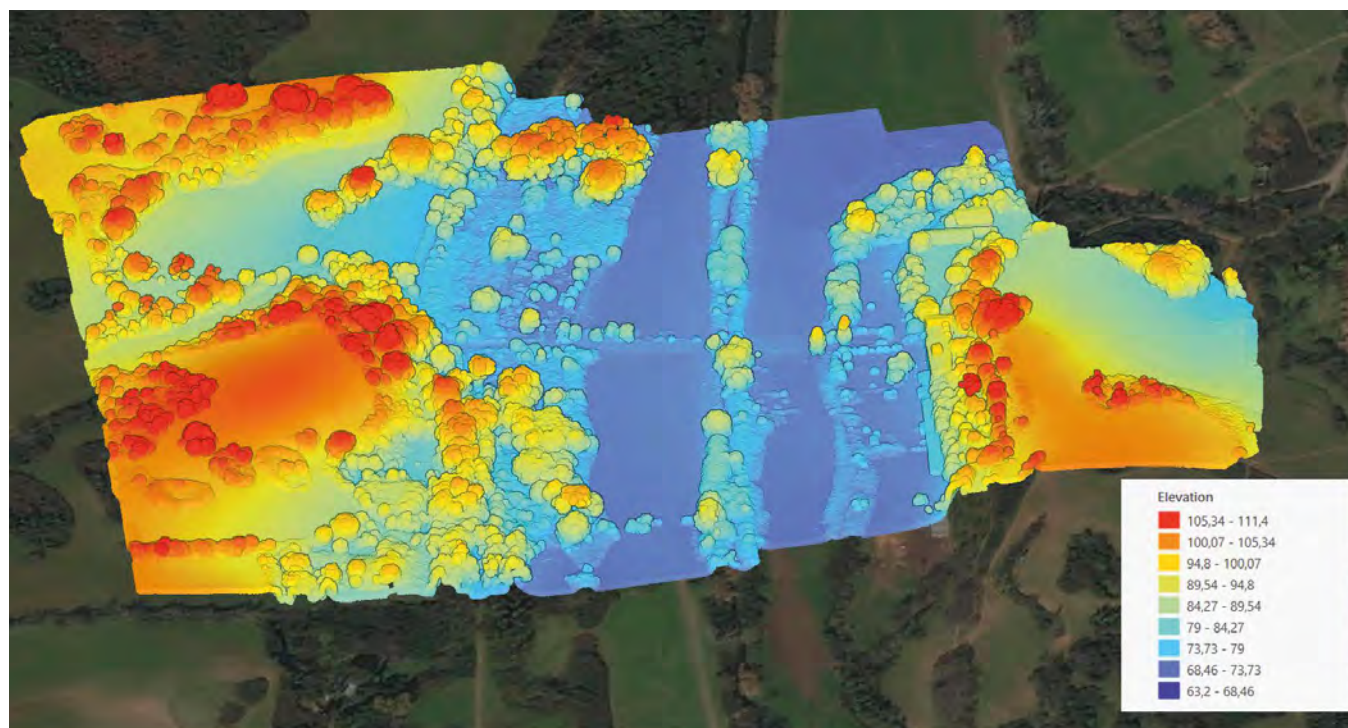
Questa fase ha permesso l'analisi degli elementi vegetali e, quindi, l'integrazione della parte informativa e descrittiva riguardante la vegetazione in ambiente GIS.

La terza fase, invece, si è concentrata sulla elaborazione in ambiente GIS dei dati a disposizione, ed è illustrata in dettaglio nei paragrafi seguenti: importazione della nuvola di punti, classificazione della medesima secondo le singole componenti, costruzione del modello 3d, predisposizione di elaborati bidimensionali e l'interazione tra aspetto grafico e aspetto informativo.



|0 |1 |2 Km

7/ Ortofoto ottenuta dal rilievo aerofotogrammetrico tramite processo SfM (elaborazione in Bentley ContextCapture).



8/ Nuvola di punti importata in GIS, georeferenziata e visualizzata con la funzione elevazione, che esplica la variazione altimetrica attraverso un gradiente colore dal blu (il valore di quota inferiore) al rosso (il valore di quota superiore).

Sullo sfondo la basemap è costituita dalla foto aerea presente di default all'interno dell'ambiente GIS (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).

4.5 La nuvola di punti: visualizzazione e valutazione dei dati

Il modello numerico per punti¹², la cosiddetta nuvola di punti, consente di visualizzare e di valutare dati metrici, oltre che figurativi. È stata importata in ESRI - ArcGIS Pro 2.7, tramite l'operazione di *geoprocessing*¹³ *Create LAS Dataset*¹⁴ che consente di importare dati in formato *.las*, con il sistema di riferimento spaziale WGS84 UTM Zone 33N¹⁵.

La valutazione dei dati metrici ha riguardato l'aspetto planimetrico e quello altimetrico. In ambiente GIS, la valutazione dei dati altimetrici è possibile tramite la visualizzazione dei punti in base all'elevazione, la quale mostra la nuvola di punti

tramite una variazione di colore dal blu al rosso. La quota più bassa in blu corrisponde al fosso dell'Almone (+63,20 m quota ellissoidica = +14,75 m s.l.m.) mentre quella più alta in rosso corrisponde all'altezza raggiunta da alcuni elementi vegetali (+111,40 m quota ellissoidica = +62,85 m s.l.m.).

In questa fase, tali dati metrici sono stati stimati per una valutazione di massima, mentre un necessario approfondimento delle quote relazionate alle molteplici singole componenti è stato svolto nella fase successiva in seguito alla classificazione della nuvola di punti.

La visualizzazione dei punti tramite elevazione consente di comprendere l'andamento morfologico caratterizzato dalla



9/ Nuvola di punti importata in GIS, georeferenziata e visualizzata con il dato RGB. Sullo sfondo, come basemap, è stata inserita la mappa topografica. Il confronto con la figura precedente consente una comprensione maggiore dell'andamento orografico dell'area (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).

valle (più bassa) al centro dell'area di studio e dalle porzioni di pianori (più alti) disposte ai suoi lati. Si evince, inoltre, la distribuzione delle masse vegetali lineari lungo il fosso dell'Almone, lungo i pendii e le formazioni a gruppi sulle parti alte, mentre i volumi del casale della Vaccareccia si impiantano sul pendio (figg. 8-9).

Per le aree inaccessibili durante i sopralluoghi, l'indagine sull'andamento morfologico e sulla relazione tra le parti antropiche e le parti fisico-naturalistiche è stata possibile tramite l'analisi della nuvola di punti effettuata con operazioni di valutazione dei dati in GIS. Ad esempio, si è potuto comprendere l'impianto e il sedime del corpo principale del casale

della Vaccareccia, il quale si trova al limite del piano vallivo e a ridosso del pendio retrostante, sul quale sono disposte delle masse vegetali disposte a filari che seguono l'orografia del sito. Questo tipo di analisi è stata possibile con la funzione *Surface draw using elevation*, che genera una visualizzazione con differenti piani a variazione di colore in base alla quota altimetrica (figg. 10-11).

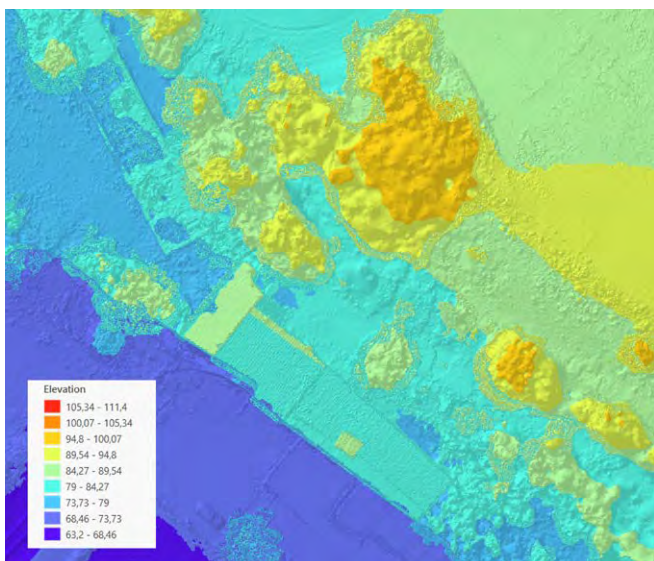
Ogni punto della nuvola, dunque, è definito spazialmente all'interno del GIS tramite le coordinate geografiche, la quota di altezza e il dato colore RGB (fig. 12).

Una menzione a parte merita la questione riguardante le quote ellissoidiche e le quote ortometriche. Le quote in altezza

Sara Colaceci



10/ Nuvola di punti importata in GIS, georeferenziata e visualizzata con il dato RGB (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).



11/ Nuvola di punti importata in GIS, georeferenziata e visualizzata con la funzione Surface draw using elevation, che genera una visualizzazione con differenti piani a variazione di colore in base alla quota altimetrica. Il confronto con la figura precedente permette di comprendere la variazione topografica, soprattutto per le aree inaccessibili (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).

associate ai punti della nuvola di punti sono riferite all'ellissoide WGS84, cioè il modello matematico di approssimazione della superficie terrestre. Questo deriva dal fatto che il GPS misura le coordinate geografiche dei punti riferendosi all'ellissoide WGS84. Tali quote, quindi, sono ellissoidiche e non ortometriche (ossia sul livello del mare), come siamo abituati a leggere solitamente nelle cartografie.

Lo scostamento tra le due espressioni di quote in Italia è tra i 40 e i 50 metri¹⁶.

In particolare, nella porzione analizzata della Valle della Caffarella la differenza tra la quota ellissoidica e quella ortometrica è stata valutata inizialmente con Bentley-ContextCapture Viewer.

Le figure 13 e 14 mostrano un medesimo punto con le coordinate di altezza espresse nel sistema di riferimento WGS84 e successivamente espresse in altezze ortometriche. Si evince che la differenza tra le due nella porzione analizzata è di 48,455 metri.

4.6 Classificazione della nuvola di punti

Dopo la prima valutazione metrica e morfologica del dato, è seguita una fase di classificazione della nuvola di punti. La classificazione è un processo importante nella gestione e nell'elaborazione dei dati acquisiti ed è parte di una metodologia consolidata nell'ambito dei Beni Culturali, ossia nei campi di indagine in cui l'oggetto di studio è il manufatto architettonico.

Meno frequente, invece, risultano le sperimentazioni in ambito dei contesti spaziali, ossia in campi in cui prevalgono le componenti dello spazio aperto. In tale ricerca, dunque, si sperimenta questo aspetto.

Secondo il principio di scomposizione, a partire da dati eterogenei appartenenti ad un unico insieme, la classificazione consente di riunire dati con caratteristiche omogenee in sottinsiemi. Il raggruppamento di dati affini permette di distinguere le differenti componenti, identificare la gerarchia delle medesime e comprendere le relazioni reciproche¹⁷.

“La classificazione delle nuvole di punti prende l'intero dato come input e fornisce in output la classe di appartenenza dell'input iniziale”¹⁸.

In generale, la possibilità di scomporre un insieme in parti consente di leggere e comprendere sia le singole componenti e sia l'insieme da esse formato. Scomporre, estrarre e visualizzare le parti separate tra loro facilita il processo di lettura e l'analisi spaziale.

È un processo, quindi, che agevola l'esame individuale dei sottoinsiemi, poiché permette di capirne la morfologia, l'entità formale, la posizione, le dimensioni e la relazione con gli altri. La classificazione, inoltre, è propedeutica alla generazione di modelli tridimensionali e successivamente ad elaborati bidimensionali e facilita l'attribuzione delle informazioni nel sistema complessivo.

La classificazione favorisce l'analisi e la lettura degli elementi costituenti tramite azioni di sistematizzazione e catalogazione, rivolte ad una maggiore conoscenza dell'oggetto che si sta indagando, sia esso architettonico o relativo a contesti aperti.

È evidente che tale elaborazione è indispensabile nell'indagine del patrimonio culturale, sia esso architettonico o urbano o territoriale. Quindi le sperimentazioni in tal senso sono utili poiché essa semplifica e velocizza il processo di conoscenza¹⁹.

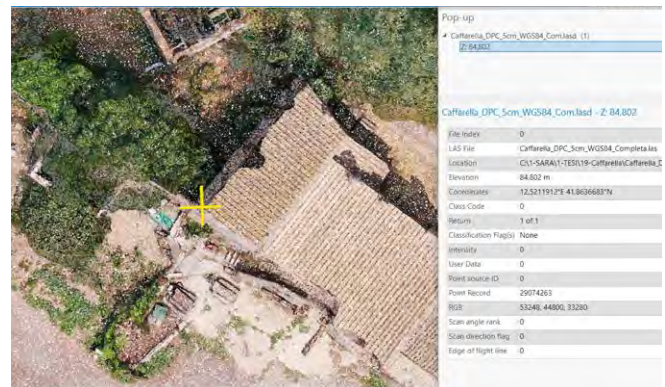
La metodologia intrapresa per classificare la nuvola di punti direttamente in ambiente GIS è illustrata di seguito.

La prima componente classificata, ossia, catalogata all'interno di uno specifico sottoinsieme è stata quella relativa al suolo. In GIS, è possibile classificare automaticamente i punti a terra dei dati .las tramite l'operazione di *geoprocessing Classify LAS Ground*²⁰, catturando in tal modo l'andamento topografico del terreno.

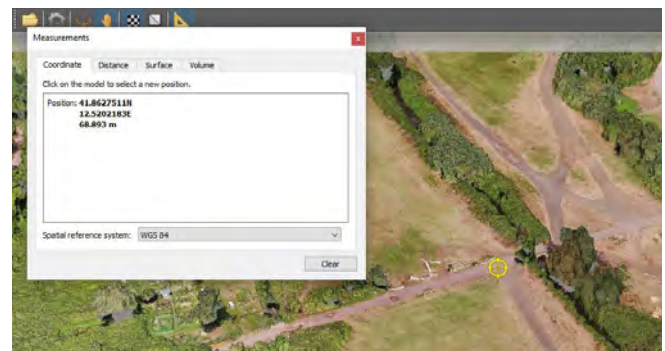
Da questa prima catalogazione è possibile visualizzare e cogliere in maniera maggiormente puntuale la variazione orografica, poiché si mette in evidenza il fondo vallivo e i pianori, mentre rimane non assegnato il dato relativo agli elementi antropici e alla vegetazione.

La seconda componente classificata è stata quella relativa agli edifici, la quale è stata processata in maniera manuale selezionando i corrispettivi punti facenti parte dei volumi del casale della Vaccareccia, per poi assegnarli alla classe di appartenenza degli edifici.

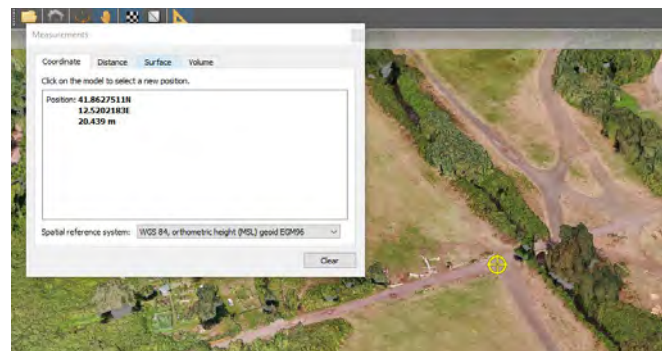
La terza componente classificata è stata quella riguardante la vegetazione, tramite l'operazione di *geoprocessing Classify LAS by Height*, la quale consente di raggruppare i punti in



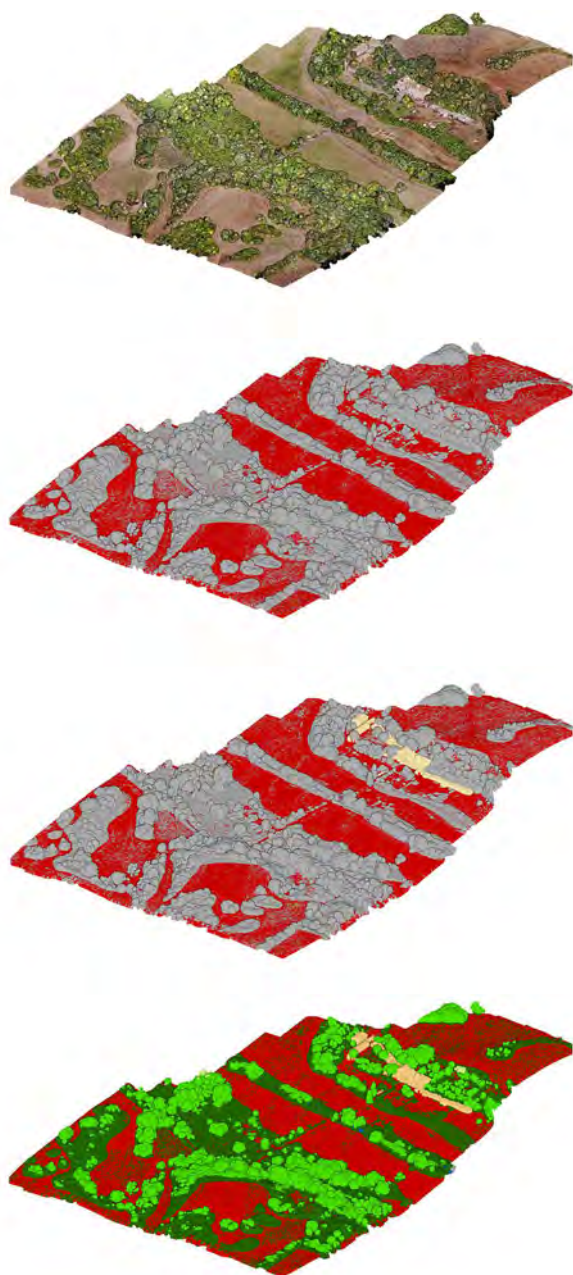
12/ Ogni punto della nuvola è definito spazialmente in GIS tramite le coordinate geografiche, la quota di altezza e il dato colore RGB.



13/ Un punto espresso nel sistema di riferimento WGS84 ha quota +68,745 m.



14/ Il medesimo punto della figura precedente espresso con quota ortometrica ha il valore +20,290 m s.l.m.



15/ Classificazione della nuvola di punti in GIS (dall'alto verso il basso): nuvola di punti con il dato RGB non classificata; classificazione del suolo; classificazione degli edifici; classificazione degli elementi vegetali (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).

base alla loro altezza dalla superficie del suolo e assegnarli a vegetazione bassa, media e alta. Tale operazione ha permesso di comprendere meglio la distribuzione delle masse arboree, l'andamento dei singoli elementi e dei gruppi vegetali e di poter distinguere efficacemente tra alberi e arbusti. Tale aspetto sarà propedeutico alla fase successiva di assegnazione degli attributi, ossia le informazioni descrittive, ma anche alla costruzione del modello.

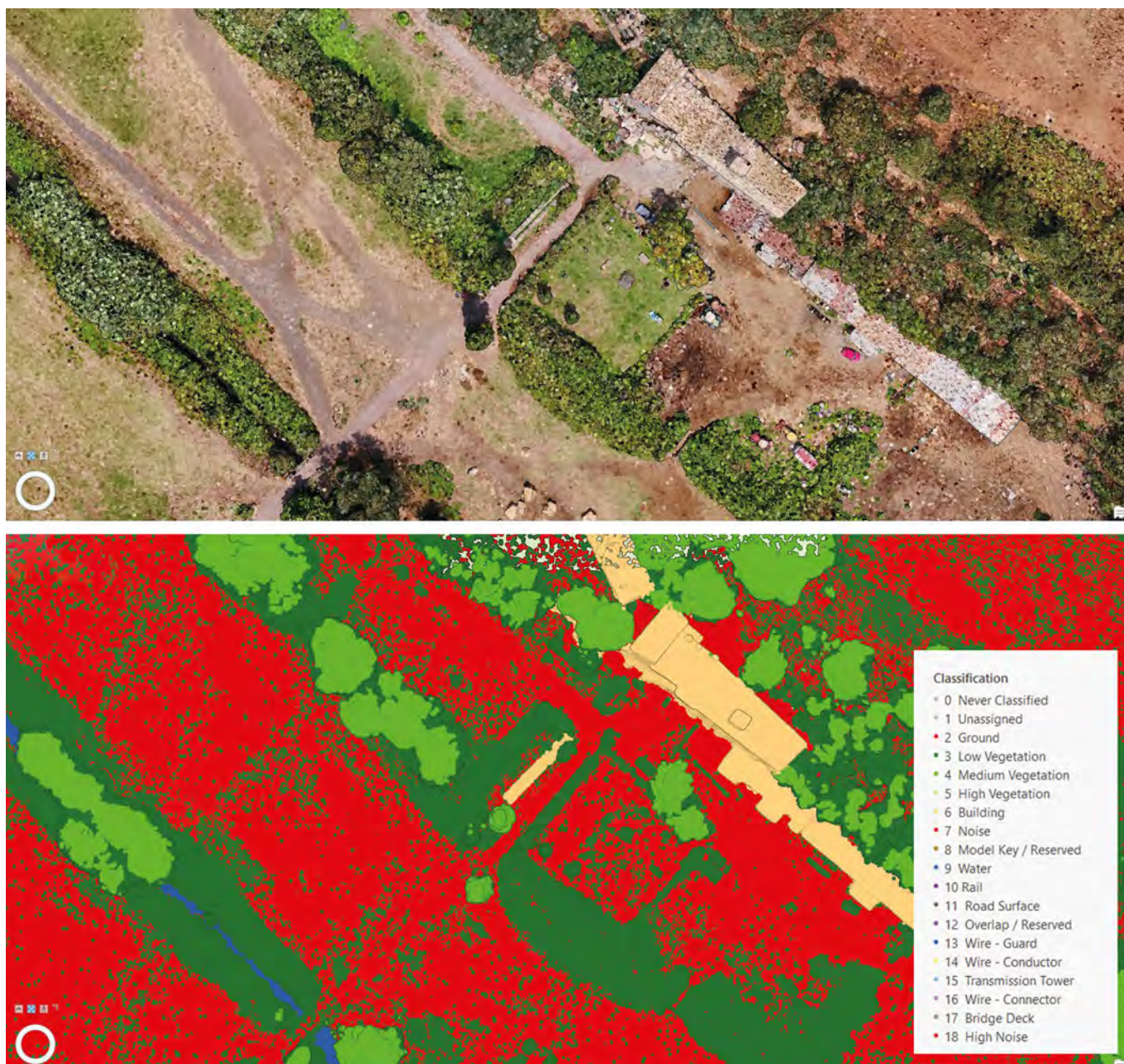
Successivamente, i punti visibili dell'acqua appartenente al fosso dell'Almone sono stati raggruppati in un differente sottinsieme, ossia quello della classe acqua, tramite classificazione manuale (fig. 15).

In generale, è stata compiuta una fase di controllo della classificazione, in cui gli errori di assegnazione dei punti sono stati verificati e corretti. A tal proposito, è bene sottolineare l'aspetto di controllo, verifica e interpretazione del dato; ad esempio, in alcuni gruppi vegetali, costituiti da elementi eterogenei con articolazione molto frastagliata, la classificazione automatica ha generato degli errori nella ripartizione tra vegetazione basse e vegetazione media.

Similmente, la presenza di una antica vasca di abbeveramento degli animali è stata inclusa erroneamente nell'operazione di classificazione automatica della vegetazione bassa poiché aveva un'altezza assimilabile.

La fase di verifica, pertanto, ha consentito di ispezionare le componenti classificate e di correggere gli errori manualmente attraverso l'interpretazione, integrando operazioni automatiche e operazioni critiche intellettive.

La classificazione dei punti, elaborata in maniera manuale ed automatica, fornisce una modalità valida ed utile per visualizzare e filtrare la nuvola di punti, avviando il processo conoscitivo delle singole componenti e delle relazioni reciproche. Una menzione merita la catalogazione delle classi di appartenenza. *L'American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS)* definisce le specifiche per la classificazione dei dati tramite dei codici numerici associati ad ogni distinta componente²¹. Secondo tali specifiche, dunque, si hanno, ad esempio: terreno con valore 2, edifici con valore 6, vegetazione con valori 3, 4, o 5 a seconda che essa sia bassa, media o alta, acqua con valore 9. L'ambiente GIS adoperato usufruisce della suddivisione stabilita dall'ASPRS, quindi ogni sottinsieme classificato è stato assegnato alla classe di appartenenza con relativo valore fissata dall'ASPRS (fig. 16).



16/ Classificazione della nuvola di punti in GIS con i rispettivi codici assegnati in base alle specifiche dell'ASPRS. Esempio: 2=suolo; 6=edifici; 3=vegetazione bassa; 4=vegetazione media; 9=acqua. Confronto con la medesima porzione visualizzata con il dato RGB (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).

4.7 Il suolo

La prima componente affrontata è stata la superficie del suolo, attraverso la costruzione delle varie tipologie di superfici che è possibile generare in ambiente GIS.

In tale ambito, in effetti, è possibile sviluppare DEM e TIN, entrambi impiegati in GIS per rappresentare la morfologia del terreno. Il *Digital Elevation Model* (DEM) è “una rappresentazione della superficie topografica del suolo nudo (terra nuda) della Terra, esclusi alberi, edifici e qualsiasi altro oggetto di superficie”²².

Si genera con un processo di interpolazione di dati che calcola valori non noti a partire da valori noti distribuiti regolarmente o irregolarmente tramite un calcolo statistico. Il suo formato è *raster grid*, cioè una griglia di celle quadrate, ognuna delle quali esprime il valore di elevazione della superficie²³.

Un *Triangular Irregular Network* (TIN) è comunemente una superficie di elevazione formata da un insieme di punti che costituiscono i vertici di triangoli irregolari, e il suo formato è vettoriale²⁴.

Definiti i prodotti realizzabili, si avevano a disposizione due tipi di dati di origine da poter elaborare: il primo è il DTM, ossia la nuvola di punti a passo 5 metri, presente nella Carta Tecnica Regionale e disponibile sul sito degli open data della Regione Lazio²⁵. Il secondo è la nuvola di punti a passo 5 cm ottenuta dal rilievo fotogrammetrico eseguito con drone.

Sono stati sperimentati ed elaborati entrambi i dati, in maniera da avere una panoramica sul tipo di prodotti in relazione anche al tipo di dato di origine.

Inizialmente, l’elaborazione è stata condotta a partire dai dati della nuvola di punti a passo 5 cm in formato *.las* ottenuta da rilievo fotogrammetrico con drone. Si tratta di un modello numerico per punti che contiene i punti di tutti gli elementi presenti nell’area, quindi suolo, elementi antropici ed elementi vegetali, di conseguenza possiede lo svantaggio delle zone d’ombra riguardanti le porzioni non acquisite. Si riferisce, quindi, al *Digital Surface Model* (DSM), il quale è fornito di tutti gli elementi che si trovano sulla superficie terrestre, compresi edifici e vegetazione.

In GIS, essa è stata georeferenziata, quindi ogni punto ha coordinate geografiche di latitudine, di longitudine e di elevazione, e il valore RGB. Con l’operazione di classificazione, dalla nuvola di punti sono stati estrapolati i dati geometrici

relativi al suolo per generare un layer autonomo costituito soltanto dai punti appartenenti al suolo²⁶.

Questa operazione è stata necessaria per costruire la superficie TIN del terreno, costituita da punti disposti irregolarmente e da triangoli²⁷. È una superficie tridimensionale in formato vettoriale, tuttavia contiene una semplificazione dell’andamento orografico del terreno, dovuta alla decimazione di punti in fase di elaborazione del TIN, necessaria per il calcolo computazionale del software.

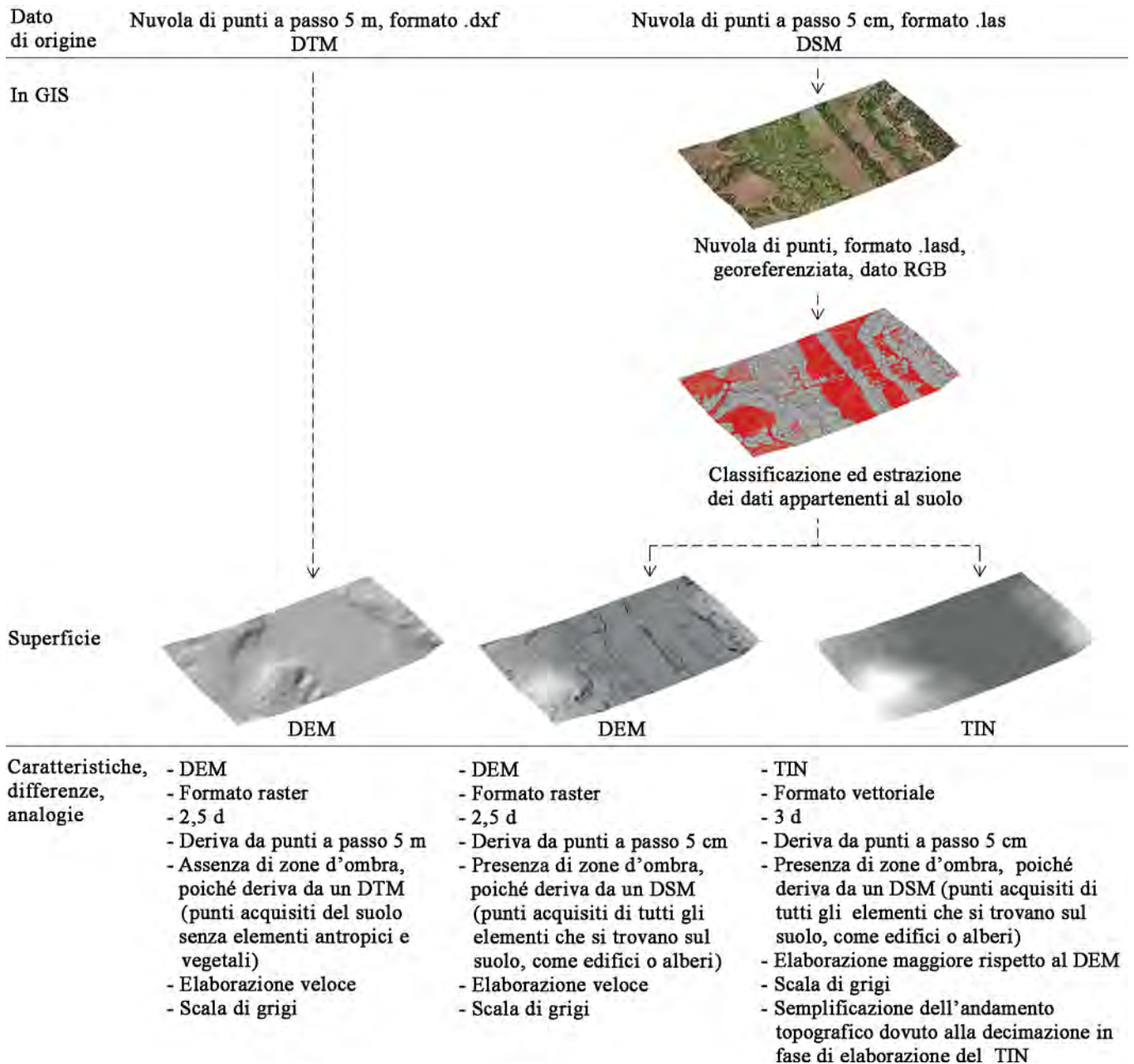
Presenta anche esso zone d’ombra, come conseguenza dell’essere un prodotto generato a partire da dati che avevano zone d’ombra. Queste sono state chiuse automaticamente durante il processo di elaborazione. Dalla classificazione e dal filtraggio dei dati della nuvola di punti appartenenti al suolo, è stato possibile costruire anche il DEM, in formato raster²⁸. Rispetto al TIN, ha una migliore risoluzione poiché deriva dalla nuvola di punti a passo 5 metri senza decimazione. Tuttavia, presenta zone d’ombra chiuse in fase di elaborazione.

La seconda sperimentazione ha riguardato la costruzione del DEM a partire dal DTM costituito dalla nuvola di punti a passo 5 metri, facente parte della Carta Tecnica Regionale disponibile sul sito degli open data della Regione Lazio (fig. 17).

Come già detto in precedenza, alcuni autori usano DTM e DEM come sinonimi, tuttavia sovente si riferiscono a prodotti differenti. In questa ricerca si intendono come diversi poiché hanno un formato differente e si riferiscono a prodotti differenti. Il DTM è formato vettoriale ed è il dato di origine, mentre il DEM è formato *raster grid* ed è il prodotto risultante. Sono accumulati dalla caratteristica riguardante la descrizione delle superficie terrestre nuda senza alberi, senza vegetazione e senza costruzioni antropiche.

Il DEM elaborato in questa seconda sperimentazione non presenta zone d’ombra, a differenza del precedente, poiché deriva da dati che non includevano tale svantaggio²⁹. Tuttavia, ha una risoluzione minore poiché il dato di origine si basava su un passo di cinque metri.

In ambiente GIS, l’utilizzo dei modelli TIN è meno diffuso rispetto all’impiego di modelli raster, poiché essi sono più complessi da costruire operativamente, oltre al fatto che l’elaborazione dei medesimi può essere meno efficiente rispetto all’elaborazione dei dati raster. Sebbene entrambi (DEM e TIN) restituiscano i valori di latitudine, longitudine ed elevazione per ogni punto, l’utilizzo dei TIN dovrebbe essere



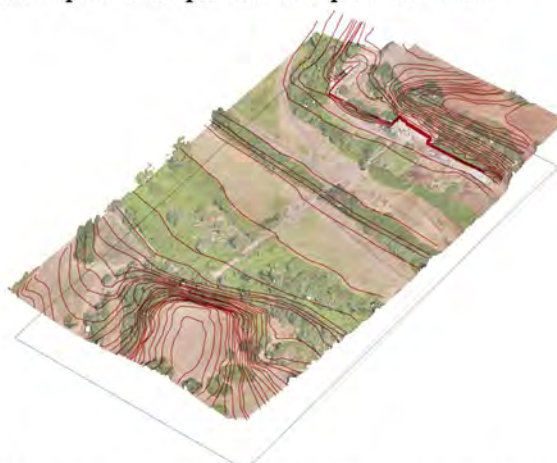
17/ Metodologie di costruzione delle superfici in GIS, con differenze e analogie tra esse (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).



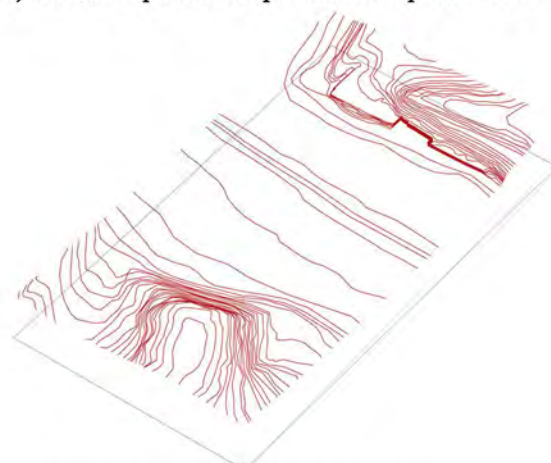
1) Nuvola di punti e isoipse fino alla quota +24 s.l.m.



2) Nuvola di punti e isoipse fino alla quota +36 s.l.m.



3) Nuvola di punti e isoipse complessivi da +19 a + 45 s.l.m.

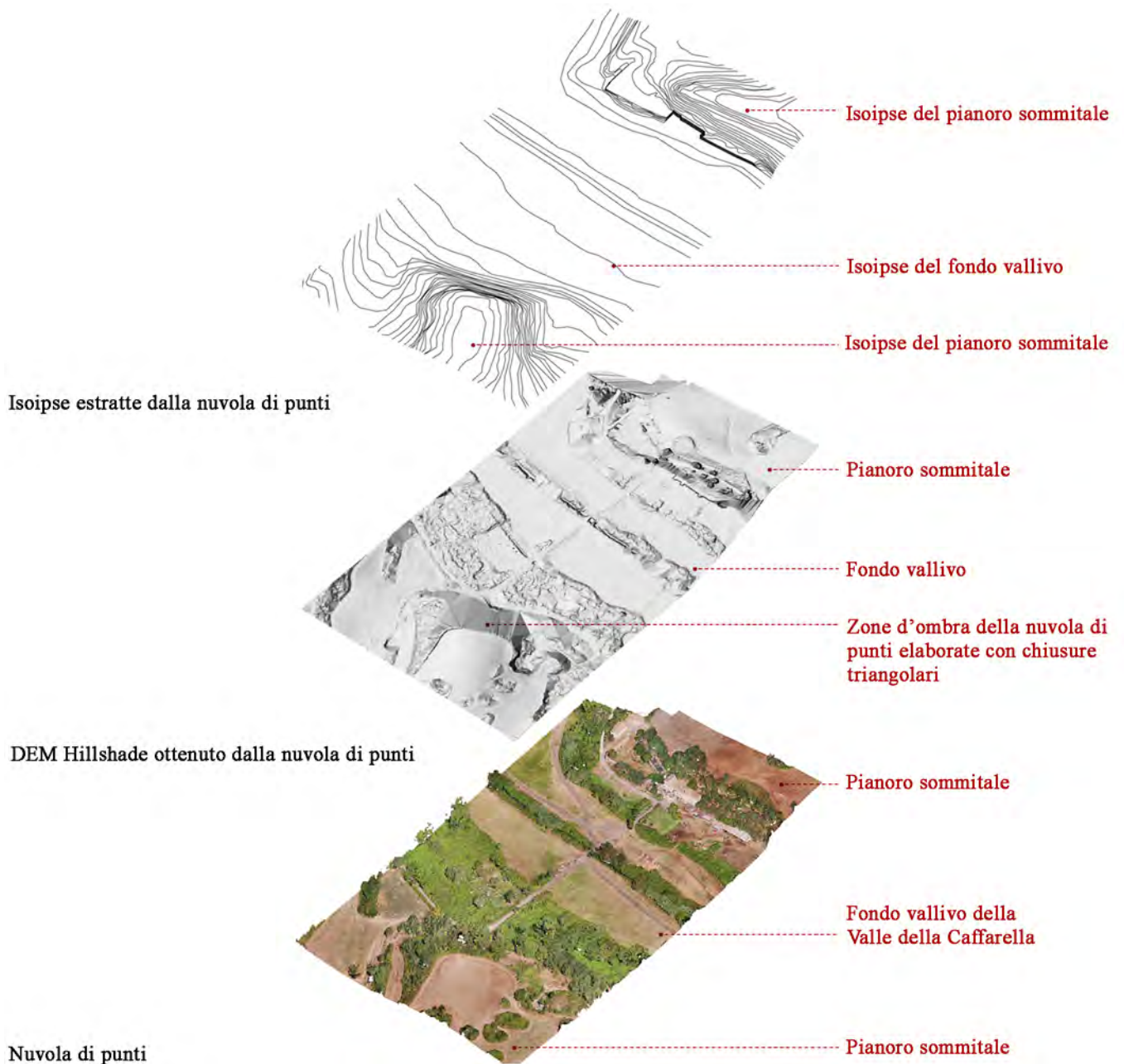


4) Isoipse complessive +19 a + 45 s.l.m.

18/ Fasi di costruzione delle isoipse a partire dalla nuvola di punti
(elaborazione in Autodesk Autocad).

maggiormente sviluppato, per una migliore visualizzazione e gestione dello spazio tridimensionale e per una proficua gestione della relazione reciproca degli elementi tridimensionali. Inoltre, è stato deciso di discretizzare la superficie del suolo attraverso l'estrazione delle isoipse dalla nuvola di punti in ambiente CAD. La nuvola di punti è stata sezionata con una schiera di piani orizzontali alla distanza di un metro ciascuno, a partire da +19 s.l.m. fino a +45 s.l.m. È stato possibile, dunque, costruire le polilinee individuanti i differenti

piani orizzontali. Di conseguenza, esse sono disposte a quote di elevazione differenti nello spazio tridimensionale (fig. 18). La figura 19 mette a confronto le isoipse con la nuvola di punti e il DEM. Tali isoipse sono state successivamente importate in GIS, in maniera tale da avere la componente riguardante la polilinea vettoriale a completamento dei vari prodotti (DEM, TIN) individuanti la superficie terrestre. Esse sono state utilizzate nelle fasi successive della sperimentazione e per la realizzazione degli elaborati relativi.



19/ Nuvola di punti, DEM Hillshade, isoipse (elaborazione in Autodesk Autocad ed ESRI - ArcGIS Pro 2.7).

Sara Colaceci



20/ Alcuni esemplari di architetture vegetali presenti nell'area della Valle della Caffarella.

4.8 Analisi e rappresentazione dei sistemi vegetazionali

La conoscenza degli elementi vegetali si è avvalsa inevitabilmente dell'apporto della scienza botanica, quindi l'interdisciplinarietà è stata un fattore basilare per il riconoscimento delle specie botaniche e per il loro studio finalizzato alla corretta catalogazione dei dati.

In questa fase, la consulenza con il botanico dottor Giovanni Buccomino è stata un supporto sostanziale per l'individuazione delle tipologie vegetali, per la comprensione della relazione tra le essenze e il suolo, per la cognizione del rapporto tra le specie botaniche e gli ambiti morfologici e per la consapevolezza del legame esistente tra alcune specie e l'impianto agricolo antropico.

Il flusso di lavoro è stato condotto, inizialmente, con il sopralluogo con il quale sono state compiute l'osservazione diretta del luogo e delle architetture vegetali, la campagna fotografica e la raccolta dei campioni botanici, necessari per la seguente fase di catalogazione (figg. 20-21).

Successivamente, i campioni sono stati ordinati e schedati con la relativa attribuzione della specie botanica, realizzando un erbario, operazione basilare per la fase di predisposizione degli apparati descrittivi e informativi riguardanti la vegetazione in GIS (figg. 22-23).

Le singole alberature sono state l'oggetto principale di tale indagine, poiché corrispondono alla componente maggiormente ricorrente, la quale contribuisce a definire in maniera preminente la struttura organizzativa spaziale.

La porzione in esame comprende aree variegata, infatti sono presenti aree facilmente accessibili caratterizzate da elementi singoli, oppure da elementi disposti a gruppi, oppure da elementi disposti linearmente.

Sono presenti, inoltre, aree non facilmente raggiungibili o addirittura non accessibili, poiché sono occupate integralmente da elementi vegetali, quali alberi e vegetazione arborea. In tal caso, l'utilizzo della fotogrammetria aerea è stato utile e vantaggioso, poiché ha consentito di restituire l'andamento planimetrico delle chiome e di ricavare i valori in quota degli elementi vegetali.

L'obiettivo in tale fase della ricerca è stato l'analisi dei sistemi vegetazionali, intendendo non soltanto l'identificazione delle presenze arbustive e arboree nell'area, ma il loro costituire un sistema, ossia una connessione di elementi in modo

organico e unitario. Secondo tale approccio, sono state prese in esame e valutate le relazioni tra le masse vegetali e le relazioni tra queste e il contesto ambientale in cui vivono.

In tal senso, sono stati esaminati: la loro formazione, ossia la configurazione spaziale, la loro relazione con le partizioni fisico-morfologiche, il tipo di suolo su cui insistono, la classificazione arborea e arbustiva.

I dati a disposizione, presenti nel modello numerico per punti, sono stati utili per l'individuazione della conformazione delle chiome e quindi l'analisi della loro formazione. Questa può essere puntuale, se l'elemento è disposto isolato, oppure lineare, se l'elemento si dispone linearmente, oppure areale se l'elemento costituisce un gruppo con altri.

La nuvola di punti, tramite la funzione elevazione, e l'ortofoto derivata da essa hanno permesso di restituire la formazione degli elementi vegetali (fig. 24).

La figura 25 mostra la planimetria dell'area indagata, ottenuta in GIS attraverso i dati elaborati fino a quel momento. L'andamento del terreno è stato discretizzato tramite le isoipse a distanza di un metro l'una dall'altra, quali polilinee vettoriali 3d. I corpi di fabbrica appartenenti al casale della Vaccareccia sono stati rappresentati attraverso gli oggetti 3d, mentre i tracciati sono stati realizzati attraverso le polilinee vettoriali 3d.

La vegetazione è stata rappresentata attraverso polilinee vettoriali 2d, ad indicare la consistenza della componente arbustiva ed arborea.

L'elaborato in questione deriva da un utilizzo di elementi digitali vettoriali ibridi, sia tridimensionali che bidimensionali e restituisce una rappresentazione al tratto che fa uso di codici grafici consolidati.

Essa è stata propedeutica per la fase di progettazione degli attributi informativi alla componente vegetale. Essi sono stati pensati e catalogati assegnando la specie prevalente, la formazione, la classificazione, l'ambito e il suolo.

La specie prevalente descrive le specie maggiormente presenti in quell'elemento attraverso il nome scientifico e il nome volgare. La formazione esprime la conformazione, se puntuale o lineare o areale. La classificazione indica se l'elemento è di tipo arboreo o arbustivo.

L'ambito descrive la partizione fisica su cui si trova l'elemento, se è collocato lungo il fosso, o nel fondovalle o nel pendio. Il suolo indica la natura costitutiva del terreno, se alluvionale o vulcanica. Il sistema informativo, dunque, mostra in un

Sara Colaceci

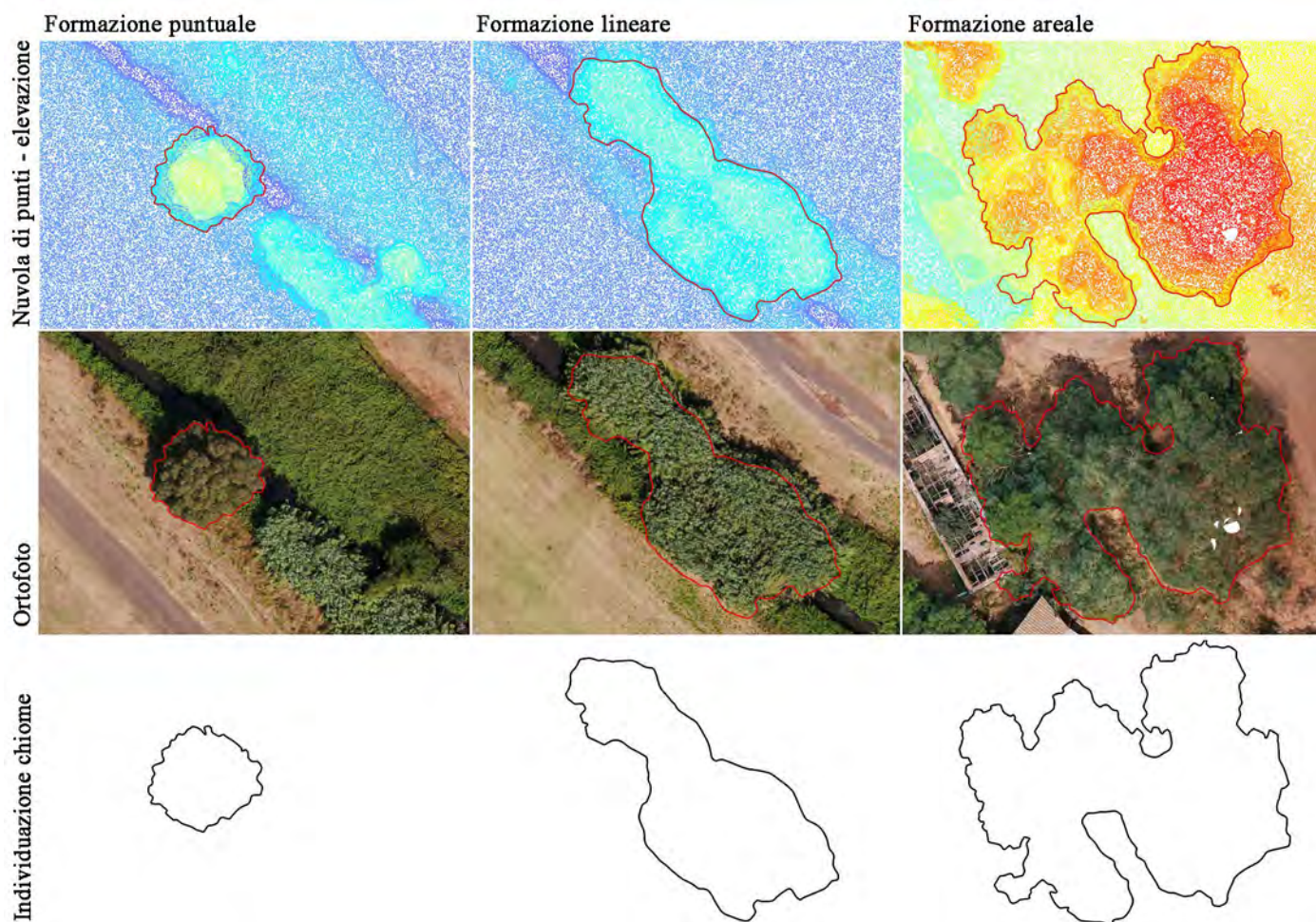


21/ Olmo comune (*Ulmus minor*), Pioppo nero (*Populus nigra*),
Gelso bianco (*Salix alba*), Bagolaro (*Celtis australis*).



22/ Alcuni campioni di foglie necessarie per il riconoscimento degli elementi vegetali.

23/ Campioni prelevati e classificati nell'erbario con l'attribuzione della specie.



24/ Individuazione delle chiome degli elementi a formazione puntuale, lineare e areale sulla base dell'ortofoto derivata dalla nuvola di punti e sulla base della nuvola di punti visualizzata tramite la funzione elevazione (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).

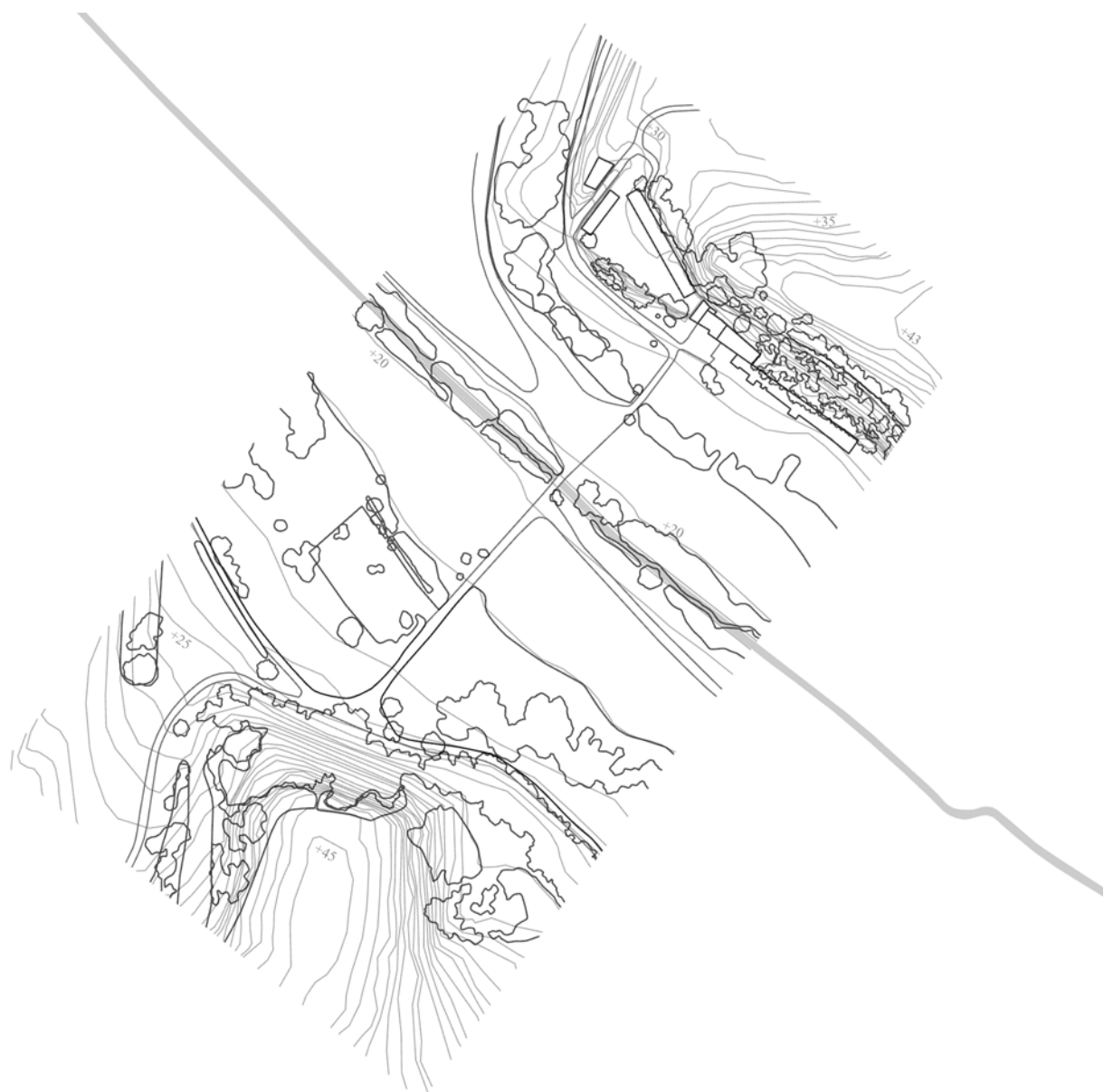
unico ambiente le differenti informazioni di varia natura: i sistemi vegetazionali catalogati a seconda della specie prevalente, la mappa o la scena tridimensionale in cui visualizzare l'area indagata bidimensionalmente o tridimensionalmente, gli attributi integrali schedati, le informazioni specifiche per ciascun singolo elemento (fig. 26).

Il sistema informativo nel suo insieme funziona basandosi su molteplici dati di natura descrittiva e grafica, così come la sua fruizione e la sua interrogazione si avvale di informazioni

plurime che sono visualizzate contemporaneamente. Similmente, i dati inseriti per la gestione e l'elaborazione dei medesimi sono derivati da discipline differenti, e sono finalizzati all'analisi e alla conoscenza di un contesto prevalentemente naturale, che ha forte valenza storico-identitaria.

La progettazione e l'assegnazione degli attributi descrittivi informativi sono state concretizzate grazie alla catalogazione iniziale delle specie rinvenute nell'area (fig. 27).

Contemporaneamente, è stata avviata l'analisi dei caratteri



10

|

11

12 Km

1:5000

25/ Planimetria della porzione della Valle della Caffarella esaminata con l'individuazione delle masse arboree ed arbustive (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).

Sara Colaceci

Sistemi vegetazionali catalogati per specie prevalente

Modello di elevazione World Hillshade

Sistemi vegetazionali visualizzati tramite l'interrogazione degli attributi relativa alle specie prevalenti

Attributi di un singolo elemento

The screenshot displays the ArcGIS Pro interface with several key components:

- Contents Panel (Left):** Shows the layer tree with 'Veg_pendio' and 'Veg_valle' layers. The 'Veg_valle' layer is expanded to show a legend for 'Specie_prevalenza' (dominant species) including Ailanthus altissima, Celtis australis, Ficus carica, Ligustro lucidum, Prunus armeniaca, Quercus robur, Robinia pseudoacacia, and Rubus ulmifolius.
- Map View (Center):** Displays a 3D visualization of the terrain using a World Hillshade model, overlaid with the vegetation system data.
- Pop-up Window (Right):** Shows the attributes for a selected element 'Veg_valle (1)'. The table includes:

OBJECTID	1
Formazione	puntuale
Specie_prevalenza	Populus nigra L. (Pioppo nero)
Classificazione	arboreo
Suolo	Alluvioni recenti
Ambito	Fondovalle
Shape_Length	25.475934
Shape_Area	48.006009
- Attribute Table (Bottom):** Shows the data for the 'Veg_fosso' layer. The table has columns: 'OI', 'Formazione', 'Specie_prev', 'Classificazione', 'Suolo', and 'Ambito'.

OI	Formazione	Specie_prev	Classificazione	Suolo	Ambito
1	lineare	Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Arbustivo	Alluvioni recenti	Fondovalle
2	lineare	Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Arbustivo	Alluvioni recenti	Fondovalle
3	lineare	Arundo donax L. (Canna domestica)	Arbustivo	Alluvioni recenti	Fondovalle
4	lineare	Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Arbustivo	Alluvioni recenti	Fondovalle
5	lineare	Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Arbustivo	Alluvioni recenti	Fondovalle
6	puntuale	Populus nigra L. (Pioppo nero)	Arboreo	Alluvioni recenti	Fondovalle
7	puntuale	Platanus x hispanica Mill. Ex Munchh. (Platano comune)	Arboreo	Alluvioni recenti	Fondovalle
8	areale	Robinia pseudoacacia L. (Acacia spinosa); Celtis australis L. (Bagolaro)	Arboreo	Alluvioni recenti	Fondovalle
9	puntuale	Celtis australis L. (Bagolaro)	Arboreo	Alluvioni recenti	Fondovalle
10	lineare	Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Arbustivo	Alluvioni recenti	Fondovalle
11	lineare	Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Arbustivo	Alluvioni recenti	Fondovalle
12	lineare	Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Arbustivo	Alluvioni recenti	Fondovalle

Attributi informativi del sistema relativo alla vegetazione lungo il fosso

Attributo: Formazione

Attributo: Specie prevalente

Attributo: Classificazione

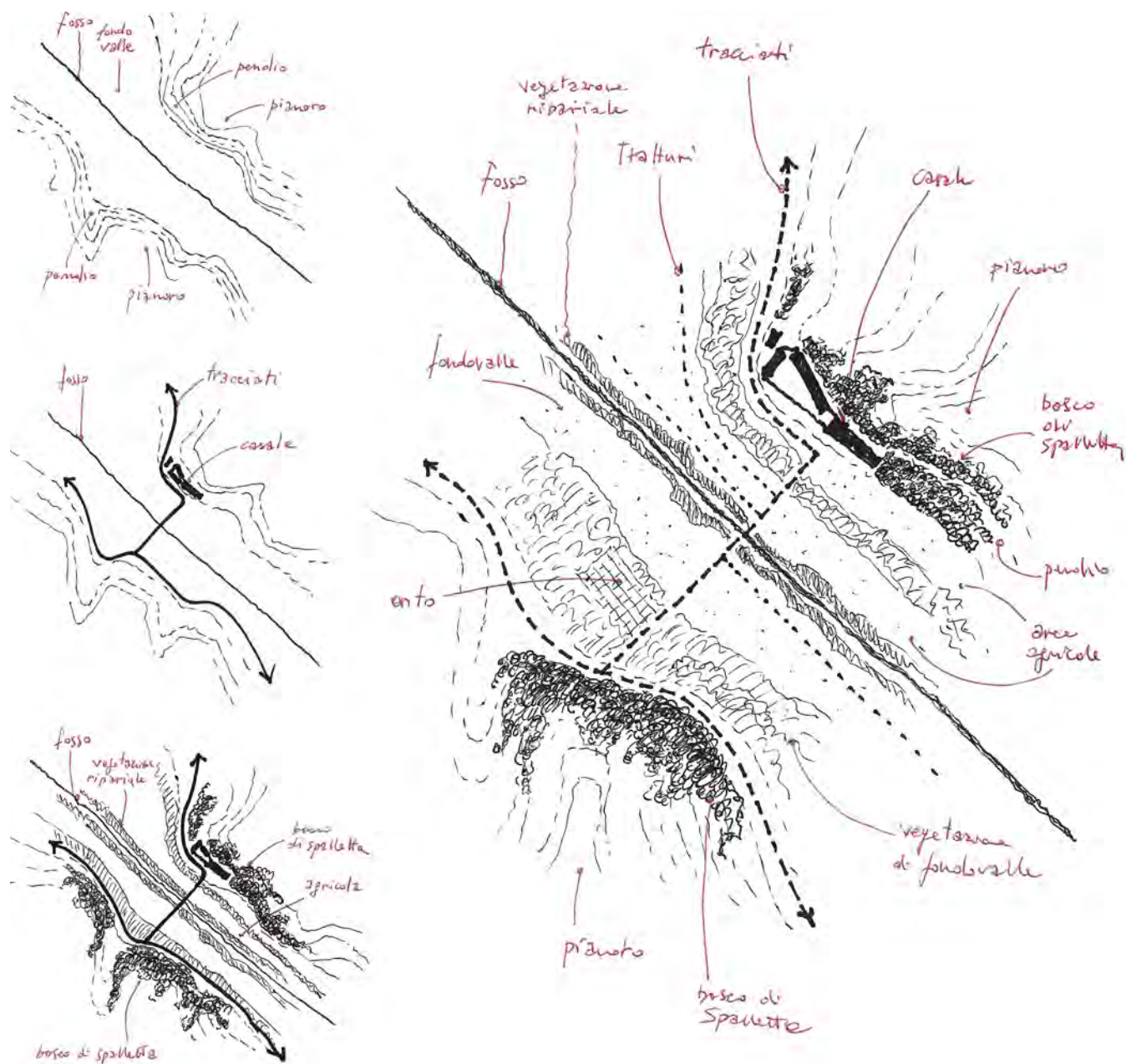
Attributo: Suolo

Attributo: Ambito

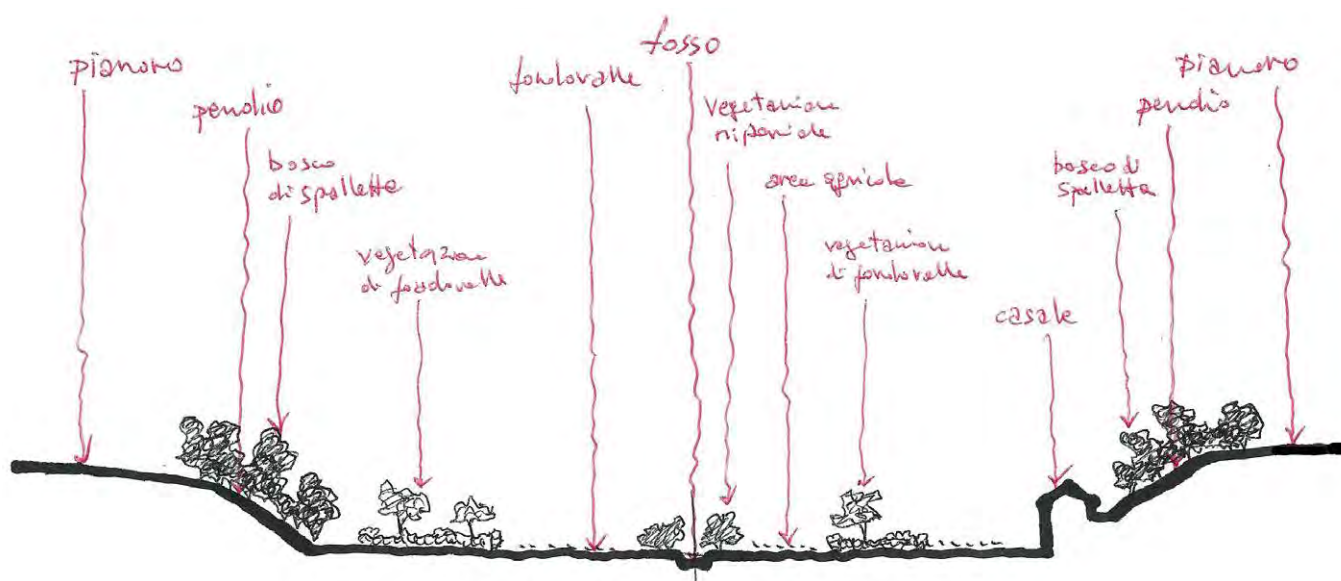
26/ Il sistema informativo sugli insiemi vegetazionali in ESRI - ArcGIS Pro 2.7: catalogazione per sistemi, attributi di ciascun sistema, mappa visualizzata tramite l'interrogazione degli attributi.

Specie	Famiglia	Divisione	Nome volgare
Acer negundo L.	Sapindaceae	Angiospermae	Negundo
Ailanthus altissima (Mill.) Swingle	Simaroubaceae	Angiospermae	Ailanto
Celtis australis L.	Cannabaceae	Angiospermae	Bagolaro comune
Cinnamomum amphora (L.) J. Presl	Lauraceae	Angiospermae	Canfora
Cornus sanguinea	Cornaceae	Angiospermae	Corniolo sanguinello
Corylus avellana L.	Betulaceae	Angiospermae	Nocciolo comune
Ficus carica	Moraceae	Angiospermae	Fico comune
Ligustro lucidum	Oleaceae	Angiospermae	Ligustro cinese
Morus alba L.	Moraceae	Angiospermae	Gelso comune
Paliurus spina-christi	Rhamnaceae	Angiospermae	Marruca
Phillostachis sp.	Poaceae	Angiospermae	Bambù
Phillyrea angustifolia L.	Oleaceae	Angiospermae	Ilatro sottile
Phytolacca americana L.	Phytolaccaceae	Angiospermae	Cremesina uva turca
Platanus x hispanica	Platanaceae	Angiospermae	Platano comune
Populus nigra L.	Salicaceae	Angiospermae	Pioppo nero
Prunus armeniaca L.	Rosaceae	Angiospermae	Albicocco comune
Quercus cerris L.	Fagaceae	Angiospermae	Quercia cerro
Quercus dalechampii	Fagaceae	Angiospermae	Quercia di Dalechamps
Quercus ilex	Fagaceae	Angiospermae	Quercia leccio
Robinia pseudoacacia	Fabaceae	Angiospermae	Robinia
Rubus ulmifolius Schott	Rosaceae	Angiospermae	Rovo comune
Salix alba L.	Salicaceae	Angiospermae	Salice comune
Sambucus ebulus	Adoxaceae	Angiospermae	Sambuco lebbio
Ulmus minor	Ulmaceae	Angiospermae	Olmo comune

Sara Colaceci



28/ Sara Colaceci. I caratteri strutturali naturali e antropici della Valle della Caffarella presso il casale della Vaccareccia.



29/ Sara Colaceci. Sezione della Valle della Caffarella. Si nota il rapporto tra la morfologia (ambito di fosso, di fondovalle, di pendio), l'antropizzazione (casale) e i sistemi vegetazionali (vegetazione ripariale, vegetazione di fondovalle, bosco di spalletta su pendio).

ambientali, esaminando la struttura organizzativa spaziale naturale e antropica. Tale analisi non è stata fondamentale soltanto per la conoscenza dell'area, ma ha conseguentemente permesso l'assegnazione degli attributi informativi, ossia quelli relativi al suolo e all'ambito morfologico.

Nell'analisi dei sistemi vegetazionali, dunque, rientrano approcci e parametri che sono propriamente della disciplina botanica, quindi il suo apporto è stato indispensabile, e rientrano approcci, metodologie e criteri che appartengono alla disciplina architettonica, quali la propensione a indagare lo spazio, in senso lato.

Gli attributi riguardanti la specie prevalente e la classificazione arborea o arbustiva sono dati strettamente aderenti alla disciplina botanica, mentre gli attributi relativi alla formazione, all'ambito morfologico e al suolo rientrano nella disciplina architettonica ossia, come scrive Vittorio Gregotti, "indagare cioè quali problemi vengano posti in primo piano dal considerare il nostro lavoro di architetti come lavoro sugli insiemi

ambientali a tutte le scale dimensionali"³⁰. Lo spazio, o meglio, l'insieme ambientale oggetto di studio è caratterizzato da un piano vallivo, proprio della Valle della Caffarella, nel quale scorre il fosso dell'Almone, ed è costituito da terreni alluvionali, ossia sabbie e ghiaie depositate dall'azione erosiva ed alluvionale delle acque. La valle è compresa tra due pianori costituiti da terreni vulcanici.

L'acquisizione antropica di tale assetto fisico ha determinato una strutturazione caratterizzata da una percorrenza che supera trasversalmente la valle congiungendo i due pianori e da un edificato riguardante il casale con funzione agricola.

I sistemi vegetazionali sono costituiti da: una vegetazione ripariale lungo l'ambito di fosso, la quale assume una conformazione generale lineare ad esso parallela; da una componente arborea e arbustiva sul piano di fondovalle; boschi sul pendio (figg. 28-29).













La lettura e la comprensione dei segni antropici e delle trame naturali rivelano la varietà e l'eterogeneità del tessuto



① | 0 | 1 | 2 Km 1:5000

30/ *Rappresentazione e visualizzazione dei sistemi vegetazionali tramite l'interrogazione del GIS secondo l'attributo della specie prevalente (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).*

A) Vegetazione lungo il fosso

n.	Colore	Specie prevalente	Formazione	Classificazione	Ambito	Suolo
1		Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Lineare	Arbustivo	Fosso	Alluvioni recenti
2		Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Lineare	Arbustivo	Fosso	Alluvioni recenti
3		Arundo donax L. (Canna domestica)	Lineare	Arbustivo	Fosso	Alluvioni recenti
4		Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Lineare	Arbustivo	Fosso	Alluvioni recenti
5		Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Lineare	Arbustivo	Fosso	Alluvioni recenti
6		Populus nigra L. (Pioppo nero)	Puntuale	Arboreo	Fosso	Alluvioni recenti
7		Platanus x hispanica Mill. Ex Munchh. (Platano comune)	Puntuale	Arboreo	Fosso	Alluvioni recenti
8		Robinia pseudoacacia L. (Acacia spinosa); Celtis australis L. (Bagolaro)	Areale	Arboreo	Fosso	Alluvioni recenti
9		Celtis australis L. (Bagolaro)	Puntuale	Arboreo	Fosso	Alluvioni recenti
10		Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Lineare	Arbustivo	Fosso	Alluvioni recenti
11		Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Lineare	Arbustivo	Fosso	Alluvioni recenti
12		Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Lineare	Arbustivo	Fosso	Alluvioni recenti

31/ Attributi informativi del sistema vegetazionale lungo il fosso.

ambientale presente tra il casale che si attesta al limite del fondo valle, a ridosso del pendio, e la parte più naturalistica appartenente all'ambito di valle. Essa mostra l'impianto con il casale che funge da fulcro e il tracciato, in asse con esso, che collega i due opposti pendii e pianori separati dalla valle della Caffarella.

Sono distinguibili le trame verdi costituite dalle masse arboree, dalle masse arbustive, dai singoli elementi sparsi, dalla vegetazione minuta lungo i margini del fosso dell'Almone, che rimarca l'infrastruttura d'acqua.

La conoscenza dell'insieme ambientale unita alla conoscenza botanica è stata una operazione necessaria per la progettazione e la realizzazione del sistema informativo sui sistemi vegetazionali.

Assegnati gli attributi informativi, è stato possibile interrogare il GIS a seconda dei differenti parametri inseriti negli attributi. L'interrogazione delle specie prevalenti, restituisce una mappa in cui sono indicati e visualizzati gli elementi se-

condo la distinzione della specie botanica (fig. 30). Le specie caratteristiche presenti nella valle della Caffarella sono principalmente olmi, gelsi, pioppi, robinie, bagolari e farnie³¹.

Le figure 31-32-33 elencano gli attributi delle specie botaniche suddivise per ambito di appartenenza, con l'esplicitazione dei parametri assegnati.

Il sistema informativo geografico assume una connotazione multipla: banca dati, sistema interrogabile, visualizzatore di informazioni. In effetti, esso è una banca dati, poiché contiene l'insieme degli attributi descrittivi e informativi inseriti, e funziona come catalogazione e schedatura finalizzate alla documentazione.

Esso, inoltre, è interrogabile, ossia è possibile richiedere di mostrare un tipo di informazioni rispetto ad altre. L'interrogazione è fruibile tramite la rappresentazione, la quale diviene esplicitazione dell'informazione.






In merito a ciò, è possibile interrogare il GIS riguardo gli attributi della formazione, dell'ambito e della classificazione.

Sara Colaceci

B) Vegetazione di fondovalle














n.	Colore	Specie prevalente	Formazione	Classificazione	Ambito	Suolo
1		Populus nigra L. (Pioppo nero)	Puntuale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
2		Populus nigra L. (Pioppo nero)	Puntuale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
3		Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	areale	Arbustivo	Fondovalle	Alluvioni recenti
4		Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Areale	Arbustivo	Fondovalle	Alluvioni recenti
5		non specificato	Areale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
6		Cornus sanguinea (Corniolo)	Puntuale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
8		Corylus avellana L. (Nocciolo comune)	Areale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
9		non specificato	Areale	Arbustivo; Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
11		non specificato	Areale	Arbustivo; Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
12		non specificato	Puntuale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
13		Populus nigra L. (Pioppo nero)	Puntuale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
14		Ailanthus altissima (Mill.) swingle (Ailanto)	Puntuale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
15		non specificato	Puntuale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
16		Populus nigra L. (Pioppo nero)	Areale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
17		non specificato	Areale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
18		non specificato	Puntuale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
19		non specificato	Areale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
20		non specificato	Areale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
21		non specificato	Areale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
22		non specificato	Areale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
23		Cinnamomum amphora (L.) J. Presl (Canfora)	Puntuale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
24		Morus alba L. (Gelso bianco)	Areale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
25		Morus alba L. (Gelso bianco)	Puntuale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
26		Morus alba L. (Gelso bianco)	Puntuale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
27		non specificato	Puntuale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
28		non specificato	Areale	Arbustivo; Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
30		Ailanthus altissima (Mill.) swingle (Ailanto)	Puntuale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
32		Quercus ilex (Quercia leccio)	Puntuale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
33		Salix alba L. (Salice bianco); Robinia pseudoacacia L. (Robinia); Celtis australis L. (Bagolaro); Populus nigra L. (Pioppo nero)	Areale	Arbustivo; Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
34		Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Areale	Arbustivo	Fondovalle	Alluvioni recenti
35		Phillyrea angustifolia L. (Ilatro sottile)	Puntuale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti
36		Quercus ilex (Quercia leccio)	Puntuale	Arboreo	Fondovalle	Alluvioni recenti

B) Vegetazione di fondovalle

n.	Colore	Specie prevalente	Formazione	Classificazione	Ambito	Suolo
37		Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Areale	Arbustivo	Fondovalle	Alluvioni recenti
38		Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Areale	Arbustivo	Fondovalle	Alluvioni recenti
39		Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Areale	Arbustivo	Fondovalle	Alluvioni recenti
40		Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune); Arundo donax L.(Canna domestica); Phillostachis sp.	Areale	Arbustivo	Fondovalle	Alluvioni recenti
41		Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune); Arundo donax L. (Canna domestica); Phillostachis sp.	Areale	Arbustivo	Fondovalle	Alluvioni recenti































32/ Attributi informativi del sistema vegetazionale del fondovalle.

C) Vegetazione di pendio

n.	Colore	Specie prevalente	Formazione	Classificazione	Ambito	Suolo
1		Ailanthus altissima (Mill.) swingle (Ailanto)	Puntuale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
2		Robinia pseudoacacia L. (Robinia)	Areale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
3		Robinia pseudoacacia L. (Robinia)	Areale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
4		Robinia pseudoacacia L. (Robinia)	Puntuale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
5		Ficus carica L. (Fico comune)	Puntuale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
6		non specificato	Areale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
7		Ailanthus altissima (Mill.) swingle (Ailanto)	Puntuale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
9		Robinia pseudoacacia L. (Robinia); Celtis australis L. (Bagolaro)	Areale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
10		Robinia pseudoacacia L. (Robinia); Celtis australis L. (Bagolaro)	Areale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
11		Ligustro lucidum (Ligustro cinese)	Puntuale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
12		Ulmus minor (Olmo comune)	Puntuale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
13		Robinia pseudoacacia L. (Robinia)	Puntuale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
14		Robinia pseudoacacia L. (Robinia)	Puntuale	Arboreo	Pendio	Vulcanico

Sara Colaceci

C) Vegetazione di pendio

n.	Colore	Specie prevalente	Formazione	Classificazione	Ambito	Suolo
15		Robinia pseudoacacia L. (Robinia)	Puntuale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
16		Robinia pseudoacacia L. (Robinia)	Puntuale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
17		Celtis australis L. (Bagolaro)	Puntuale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
18		Robinia pseudoacacia L. (Robinia)	Puntuale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
19		Robinia pseudoacacia L. (Robinia); Celtis australis L. (Bagolaro)	Areale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
20		Prunus armeniaca L. (Albicocco comune)	Puntuale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
21		Robinia pseudoacacia L. (Robinia)	Areale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
22		non specificato	Areale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
23		non specificato	Areale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
24		Robinia pseudoacacia L. (Robinia)	Areale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
25		Robinia pseudoacacia L. (Robinia)	Areale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
26		Robinia pseudoacacia L. (Robinia)	Areale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
27		Robinia pseudoacacia L. (Robinia)	Areale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
28		Robinia pseudoacacia L. (Robinia)	Areale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
29		Quercus robur (Quercia comune, farnia); Quercus ilex (Quercia leccio)	Areale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
32		non specificato	Areale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
33		Quercus robur (Quercia comune, farnia)	Areale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
35		non specificato	Areale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
36		non specificato	Areale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
37		Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Areale	Arbustivo	Pendio	Vulcanico
38		Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Areale	Arbustivo	Pendio	Vulcanico
39		Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Areale	Arbustivo	Pendio	Vulcanico
40		Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Areale	Arbustivo	Pendio	Vulcanico
41		Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Areale	Arbustivo	Pendio	Vulcanico
42		non specificato	Areale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
43		non specificato	Areale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
44		Rubus ulmifolius Schott (Rovo comune)	Areale	Arbustivo	Pendio	Vulcanico
45		Ailanthus altissima (Mill.) swingle (Ailanto)	Puntuale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
46		non specificato	Areale	Arboreo	Pendio	Vulcanico
47		Celtis australis L. (Bagolaro)	Puntuale	Arboreo	Pendio	Vulcanico


33/ Attributi informativi del sistema vegetazionale del pendio.



⊙ 0 1 2 Km 1:5000

Formazione

 puntuale

 lineare

 areale

34/ Rappresentazione e visualizzazione dei sistemi vegetazionali tramite l'interrogazione del GIS secondo l'attributo della formazione: puntuale, lineare, areale (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).

Sara Colaceci



10 | 11 | 12 Km 1:5000

35/ Rappresentazione e visualizzazione dei sistemi vegetazionali tramite l'interrogazione del GIS secondo l'attributo dell'ambito morfologico: vegetazione lungo il fosso, di fondovalle, di pendio (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).



Fondovalle



- *Salix alba* L.
Salice bianco
- *Populus nigra* L.
Pioppo nero
- *Morus alba* L.
Gelso bianco
- *Arundo donax* L.
Canna domestica
- *Rubus ulmifolius* Schott
Rovo comune

Pendio a sud



- *Robinia pseudoacacia* L.
Robinia
- *Celtis australis* L.
Bagolaro

Pendio a nord



- *Quercus ilex*
Leccio
- *Quercus robur*
Farnia
- *Quercus dalechampii*
Quercia di Dalechamps

36/ Sara Colaceci. Schemi sulla relazione tra gli ambiti morfologici e la presenza vegetale.

Da tali interrogazioni prese singolarmente e tra loro interrelate si può comprendere il funzionamento dei sistemi vegetazionali restituendo una serie di analisi.

Si capisce, dunque, che gli elementi lineari si trovano lungo l'ambito di fosso, e riguardano principalmente i tipi arborei, nella fattispecie canna domestica (*Arundo donax*) e rovo comune (*Rubus ulmifolius*), il quale assume una funzione protettiva e permette la crescita della vegetazione legnosa³².

Le masse areali si collocano nel piano di valle verso il margine con il pianoro e nel pendio. Quelle di valle sono arboree, caratterizzate da canna domestica (*Arundo donax*) e rovo comune (*Rubus ulmifolius*), ma anche arbustive come salice bianco (*Salix alba*), olmo (*Ulmus minor*), gelso (*Morus alba*) e pioppo nero (*Populus nigra*). Questa vegetazione è idrofila, infatti si innesta nel fondovalle che è caratterizzato dal fosso e da suolo umido.

Le masse areali sul pendio esposto a sud, invece, riguardano boschi caratterizzati da robinia (*Robinia pseudoacacia*) e bagolari (*Celtis australis*). Questa specie è legata all'impianto

storico-agricolo del casale della Vaccareccia. Le masse areali sul pendio esposto a nord, quindi fresco, presentano leccio (*Quercus ilex*) e farnia (*Quercus robur*). Si cita, a tal proposito, la presenza nell'area indagata di due esemplari di quercia di Dalechamps (*Quercus Dalechampii*).

Gli elementi singoli che punteggiano l'area accolgono specie coerenti con quelle elencate precedentemente.

Il prato del piano vallivo è tuttora usato come pascolo da greggi di ovini, appartenenti alla gestione agricola del casale della Vaccareccia³³ (figg. 34-35-36-37).

La figura 38 mostra il modello suddiviso nelle sue componenti antropiche e naturali: la parte morfologica ottenuta con DEM World Hillshade e isopse vettoriali; il casale costruito con oggetti 3d e i tracciati costruiti con polilinee vettoriali 3d; la vegetazione realizzata con polilinee 2d.

Esso evidenzia le relazioni reciproche tra le componenti che caratterizzano il paesaggio antropico storico di una porzione della Valle della Caffarella appartenente al Parco Archeologico dell'Appia Antica³⁴.

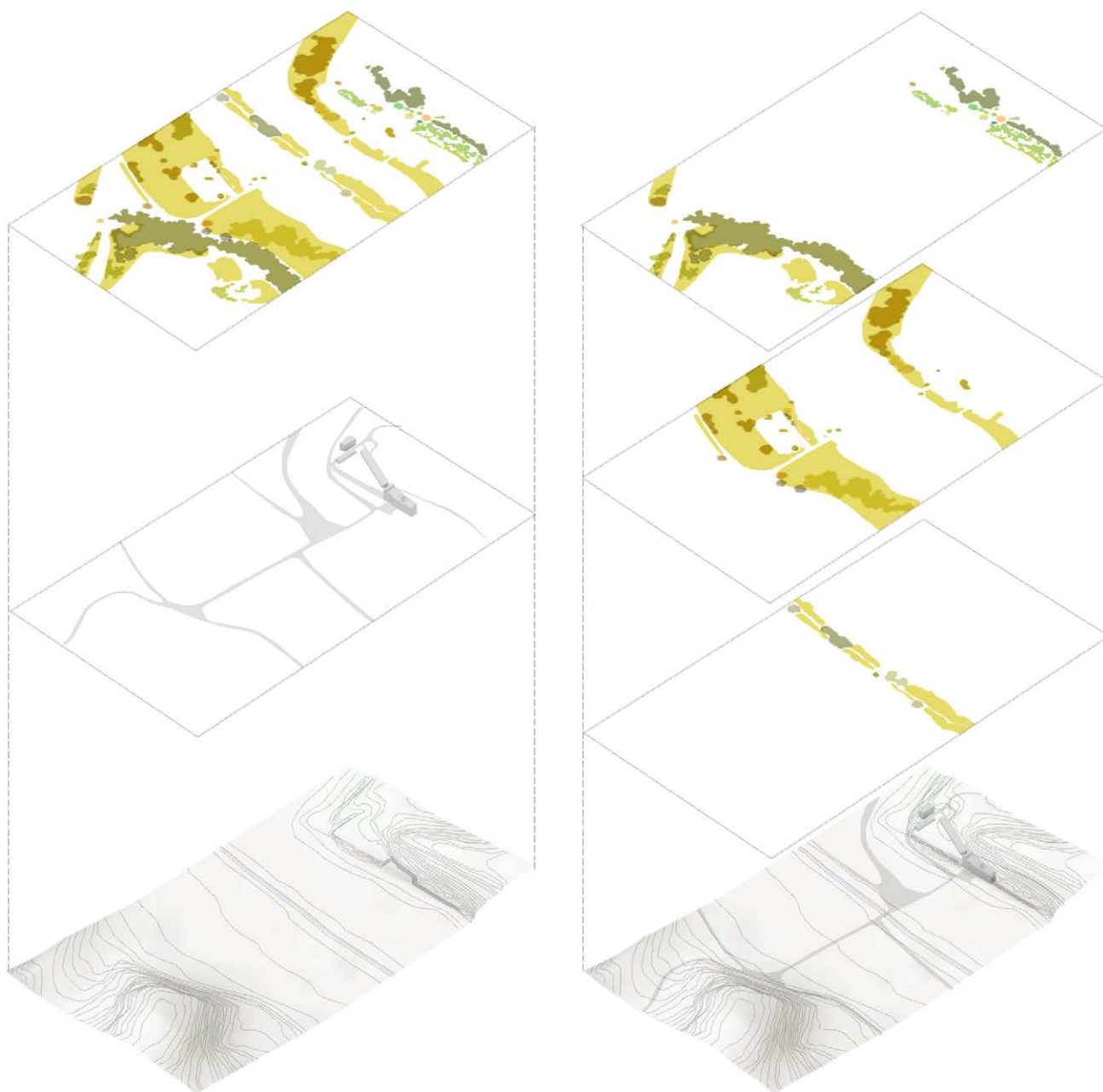
Sara Colaceci



① | 0 | 1 | 2 Km 1:5000

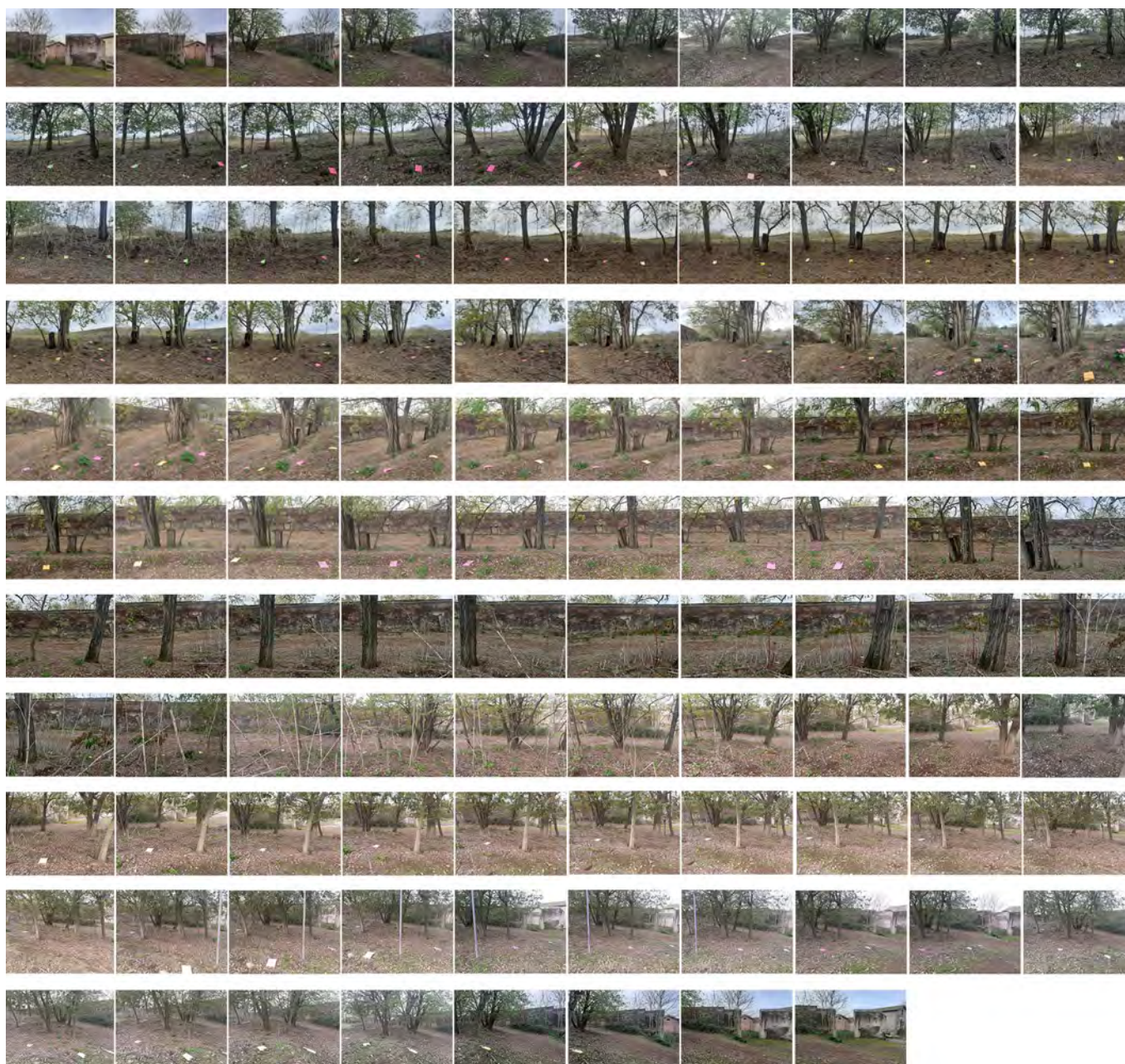
37/ Rappresentazione e visualizzazione dei sistemi vegetazionali tramite l'interrogazione del GIS secondo l'attributo della classificazione: arboreo, arbustivo, arboreo-arbustivo (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).





38/ Scomposizione in layer: morfologia con DEM e isoipse vettoriali; casali e strade con oggetti vettoriali 3d; vegetazione con oggetti vettoriali 2d (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).

Sara Colaceci



39/ Immagini fotografiche destinate al processo di Structure from Motion per l'elaborazione della nuvola di punti e la restituzione della posizione dei tronchi.

4.9 Analisi e rappresentazione delle architetture vegetali

In tale paragrafo si intende affrontare lo studio analitico e puntuale della singola architettura vegetale, con l'obiettivo di indagare le potenzialità di rappresentazione tridimensionale degli elementi arborei in GIS e di assegnare nel sistema i contenuti informativi peculiari del singolo individuo, quali dati dimensionali, dati stazionali, dati morfologici e difetti che ne esplicitano lo stato vegetativo. Tali intenti sono stati condotti su due aree ridotte situate dietro il Casale della Vaccareccia.

La metodologia per l'area A ha riguardato un'acquisizione dati tramite fotogrammetria terrestre e una successiva fase di elaborazione per ottenere una nuvola di punti, attraverso la quale restituire la posizione dei tronchi delle alberature, i quali erano stati esclusi nell'acquisizione fotogrammetrica aerea con SAPR, relativa ai gruppi arborei, causa zone d'ombra delle chiome.

Sono stati sviluppati differenti progetti fotogrammetrici prima di raggiungere un risultato valido, coerente con gli obiettivi e le finalità prefissate.

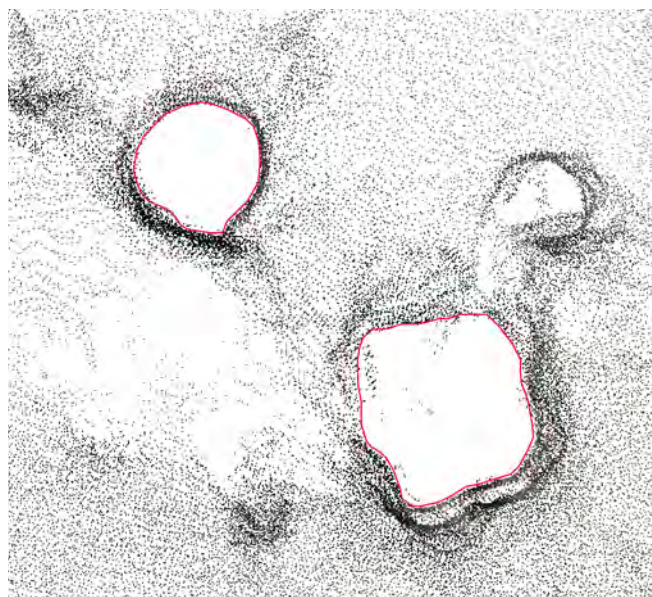
Il progetto che ha portato un risultato soddisfacente è di seguito descritto: sono state acquisite centootto immagini fotografiche con macchina Nikon D800 e sono stati posizionati trenta marker a terra (fig. 39). La tecnica di ripresa è stata ad assi paralleli tra loro, inquadrando principalmente l'attacco del tronco con il terreno, escludendo la chioma, e riprendendo anche un elemento architettonico, quale il muro perimetrale del casale con relativo portale, in modo tale da avere un riferimento per la scalatura e l'assegnazione del sistema di riferimento in fase di elaborazione³⁵. Tali condizioni sono state messe in atto dopo aver affrontato progetti fotogrammetrici non andati a buon fine, visto il tema riguardante elementi naturali e non architettonico-costruiti, il quale presenta difficoltà di elaborazione.

Il processo di *Structure from Motion* è stato elaborato con software Agisoft Photoscan, dividendo i fotogrammi in cinque *chunk* comprensivi di immagini in comune. Sono stati assegnati marker omologhi tra tutti i chunk per consentire il corretto allineamento dei medesimi. Sono stati inseriti, inoltre, tre marker sul muro del casale per individuare un sistema di riferimento, conoscendo a priori le misure.

L'allineamento delle immagini è stato propedeutico al processo di costruzione della nuvola di punti densa. Questa è



40/ Nuvola di punti dei tronchi acquisiti (elaborazione in Autodesk Recap Pro).

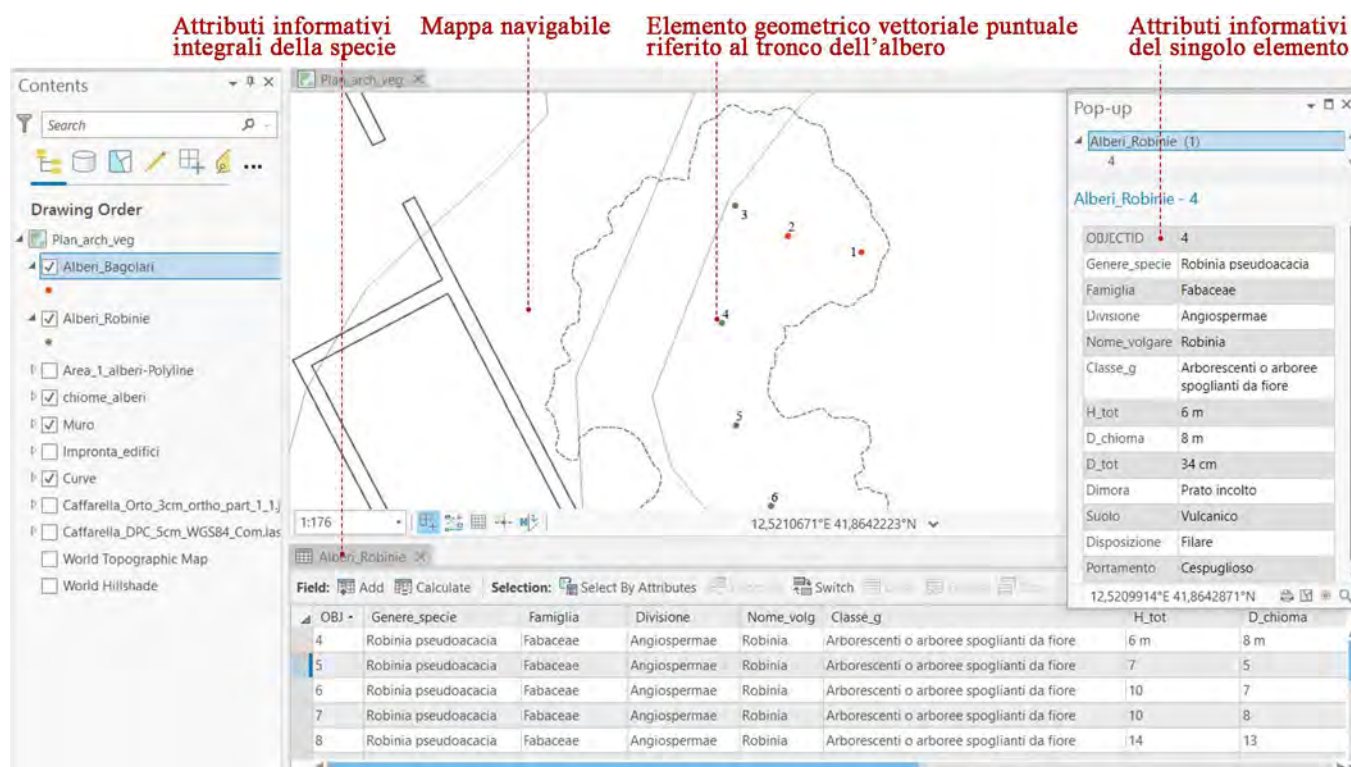


41/ Determinazione della posizione dei tronchi attraverso la creazione di un piano orizzontale di sezione (elaborazione in Autodesk Autocad).

Sara Colaceci



42/ Planimetria con la posizione dei tronchi (geometrie vettoriali puntuali) in relazione alle chiome (ortofoto dalla nuvola di punti acquisita con drone) (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).



43/ Sistema informativo geografico delle architetture vegetali (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).

stata esportata in formato *.las*, importata in Autodesk Recap Pro (fig. 40), per essere poi importata in Autodesk Autocad, in cui è stato possibile restituire la posizione dei tronchi (fig. 41). Successivamente, sono stati importati in ambiente GIS, per realizzare il sistema informativo relativo alle singole architetture vegetali. Il muro del casale è stato preso come riferimento spaziale per il corretto passaggio da ambiente CAD ad ambiente GIS.

Qui è stato possibile individuare la corretta posizione reciproca tra i tronchi e le rispettive chiome (fig. 42).



















I tronchi sono stati individuati tramite elementi geometrici vettoriali puntuali suddivisi per specie arborea. Le chiome sono individuate dalla nuvola di punti derivata da acquisizione con SAPR e georeferenziata in GIS.

In seguito, è stato progettato il sistema informativo delle architetture vegetali, grazie all'assegnazione degli attributi in-

formativi associati ad ogni elemento vettoriale puntuale che determina l'individuo arboreo. Nel sistema complessivo è possibile avere: la mappa navigabile che esplicita la forma figurativa, gli attributi complessivi ed integrali delle specie arboree, l'attributo specifico del singolo elemento vegetale interrogabile dalla mappa, le coordinate geografiche di ciascuno (fig. 43).

Gli attributi assegnati hanno riguardato differenti aspetti (fig. 44). Sono stati inclusi, pertanto, dati generali riferiti all'aspetto botanico³⁶ (genere, specie, famiglia, divisione, classe giardiniera), dati dimensionali (altezza totale, diametro del tronco, diametro della chioma) e dati stazionali, riguardanti il sito (dimora, suolo, disposizione). Sono stati aggiunti dati inerenti alle caratteristiche morfologiche (portamento, esoticità, impianto, età) e informazioni relative ai difetti dell'elemento vegetale (colletto, fusto, branche, chioma)³⁷.













Sara Colaceci

Aspetto geometrico-grafico			Aspetto informativo								
N.	Elemento geometrico vettoriale puntuale	Elemento geometrico tridimensionale semplice	Elemento geometrico tridimensionale realistico	Dati generali				Dati dimensionali			
				Genere e Specie	Famiglia	Divisione	Nome volgare	Classe giardiniera	H totale (m)	Dia-metro tronco a 1.20 metri da terra (cm)	Dia-metro chio-ma (m)
1				Celtis australis	Cannabaceae	Angiospermae	Bagolaro	Arborescenti o arboree spoglianti da foglie	6	21	2
2				Celtis australis	Cannabaceae	Angiospermae	Bagolaro	Arborescenti o arboree spoglianti da foglie	9	2 fusti da 30	6
3				Robinia pseudoacacia	Fabaceae	Angiospermae	Robinia	Arborescenti o arboree spoglianti da fiore	7	20	3
4				Robinia pseudoacacia	Fabaceae	Angiospermae	Robinia	Arborescenti o arboree spoglianti da fiore	6	34	8
5				Robinia pseudoacacia	Fabaceae	Angiospermae	Robinia	Arborescenti o arboree spoglianti da fiore	7	10 fusti da 10 a 35	5
6				Robinia pseudoacacia	Fabaceae	Angiospermae	Robinia	Arborescenti o arboree spoglianti da fiore	10	15	7

44a/ Il sistema informativo geografico delle architetture vegetali dell'area A: è costituito dalla parte geometrica, dalla parte informativa e dalle coordinate geografiche.

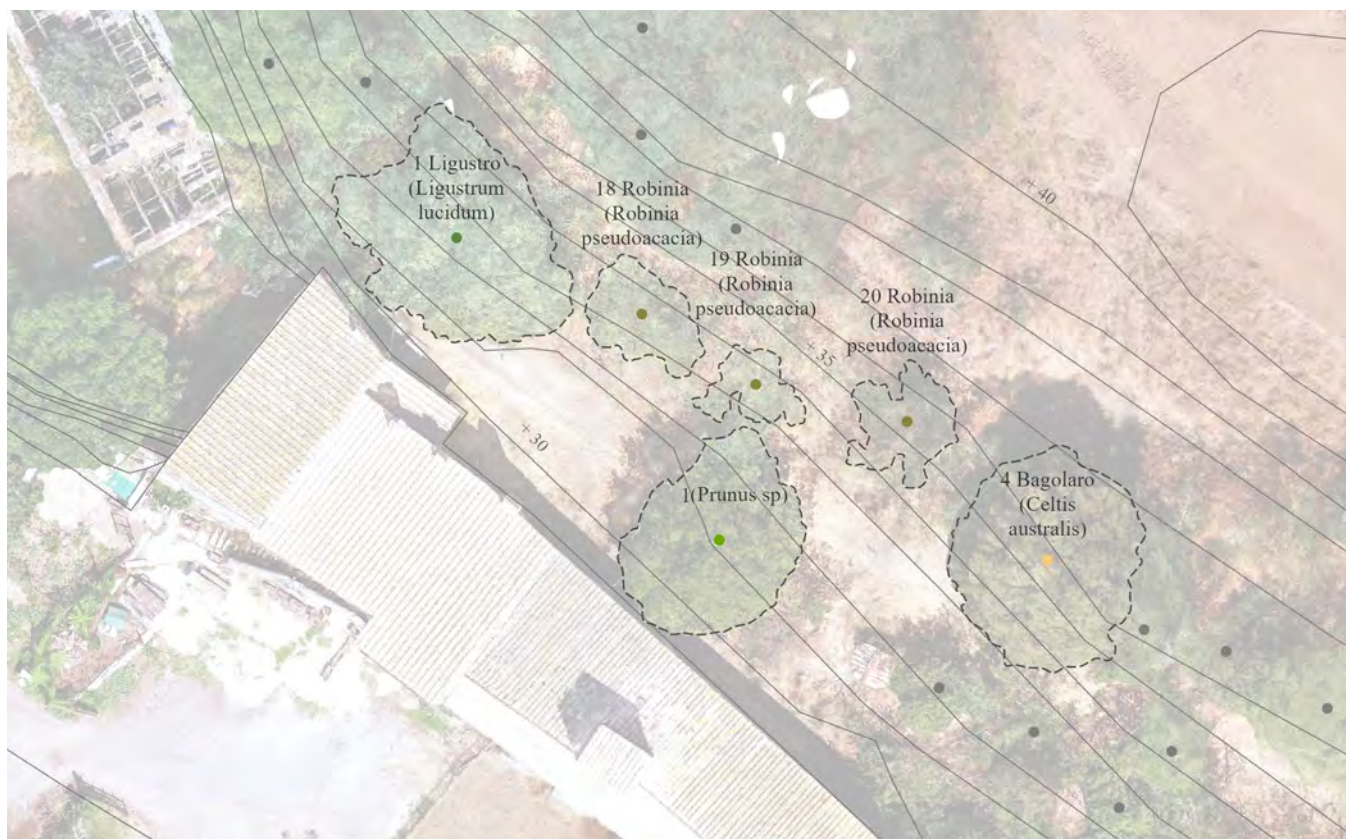
										Coordinate geografiche	
Dati stazionali		Caratteristiche morfologiche				Difetti					
Dimora	Suolo	Disposizione	Portamento	Esoticità	Impianto	Età (anni)	Colletto	Fusto	Branche	Chioma	
Terreno incolto in parco urbano	Vulcanico	Isolato	Arboreo	Indigena	Spontaneo	< 20		Inclinato		Parassiti	12,5210601°E 41,8643154°N
Terreno incolto in parco urbano	Vulcanico	Isolato	Arboreo	Indigena	Spontaneo	< 50		Inclinati, policormico		Parassiti	12,5210231°E 41,8643207°N
Terreno incolto in parco urbano	Vulcanico	Filare	Cespuglioso	Neofita invasiva	Antropico	< 20		Inclinato		Seccume	12,5209961°E 41,8643312°N
Terreno incolto in parco urbano	Vulcanico	Filare	Cespuglioso	Neofita invasiva	Antropico	50		Dritto		Sofferente	12,5209914°E 41,8642871°N
Terreno incolto in parco urbano	Vulcanico	Filare	Cespuglioso	Neofita invasiva	Antropico	50		Inclinati, policormico		Sofferente	12,5209998°E 41,8642493°N
Terreno incolto in parco urbano	Vulcanico	Filare	Cespuglioso	Neofita invasiva	Spontaneo	< 20		Dritto		Sofferente	12,5210186°E 41,8642194°N

Sara Colaceci

Aspetto geometrico-grafico			Aspetto informativo								
N.	Elemento geometrico vettoriale puntuale	Elemento geometrico tridimensionale semplice	Elemento geometrico tridimensionale realistico	Dati generali				Dati dimensionali			
				Genere e Specie	Famiglia	Divisione	Nome volgare	Classe giardiniera	H totale (m)	Diametro tronco a 1.20 metri da terra (cm)	Diametro chioma (m)
7				Robinia pseudoacacia	Fabaceae	Angiospermae	Robinia	Arborescenti o arboree spoglianti da fiore	10	55	8
8				Robinia pseudoacacia	Fabaceae	Angiospermae	Robinia	Arborescenti o arboree spoglianti da fiore	14	41	13
9				Robinia pseudoacacia	Fabaceae	Angiospermae	Robinia	Arborescenti o arboree spoglianti da fiore	14	3 fusti da 10 a 43	10
10				Robinia pseudoacacia	Fabaceae	Angiospermae	Robinia	Arborescenti o arboree spoglianti da fiore	12	5 fusti da 14 a 62	10

44b/ Il sistema informativo geografico delle architetture vegetali dell'area A: è costituito dalla parte geometrica, dalla parte informativa e dalle coordinate geografiche.

										Coordinate geografiche	
Dati stazionali			Caratteristiche morfologiche			Difetti					
Dimora	Suolo	Disposizione	Portamento	Esoticità	Impianto	Età (anni)	Colletto	Fusto	Branche	Chioma	
Terreno incolto in parco urbano	Vulcanico	Filare	Cespuglioso	Neofita invasiva	Antropico	50		Dritto		Sofferente	12,5210455°E 41,8641870°N
Terreno incolto in parco urbano	Vulcanico	Filare	Cespuglioso	Neofita invasiva	Antropico	50		Dritto		Sofferente	12,5210920°E 41,8641376°N
Terreno incolto in parco urbano	Vulcanico	Filare	Cespuglioso	Neofita invasiva	Antropico	50		Dritti, policormico		Sofferente	12,5211237°E 41,8641079°N
Terreno incolto in parco urbano	Vulcanico	Filare	Cespuglioso	Neofita invasiva	Antropico	50		Dritti, policormico		Sofferente	12,5211498°E 41,8640561°N



45/ Planimetria con la posizione ipotizzata dei tronchi (geometrie vettoriali puntuali) in relazione alle chiome (ortofoto dalla nuvola di punti acquisita con drone) (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).

Nell'area presa in esame risultano bagolari (*Celtis australis*) e robinie (*Robinia pseudoacacia*)³⁸, i quali presentano ognuno caratteristiche specifiche, proprio perché ogni pianta ha delle particolarità e una struttura portante la quale ne determina le tipicità³⁹. Il sistema informativo relativo alle architetture vegetali presenta una struttura logica che procede dal generale al particolare con l'obiettivo di registrare ed ordinare lo stato vegetativo di ciascun elemento arboreo⁴⁰. Il sistema informativo nella sua articolazione generale è costituito da molteplici aspetti. Vi è un aspetto geometrico-grafico, con elementi bidimensionali e tridimensionali, che nel caso delle architetture vegetali possiede vettori puntuali, oppure elementi tridimensionali con geometria semplice oppure



elementi tridimensionali con geometria realistica. Vi è poi l'aspetto informativo, in cui il valore della banca data si palesa nella sua accezione di contenitore in grado di gestire, organizzare ed accogliere un numero considerevole e variegato di dati, i quali possono essere consultati con agilità. La necessità di catalogare e sistematizzare dati appartenenti a componenti ed elementi naturali e antropici diviene condizione prioritaria. Vi è infine l'aspetto geografico, in cui ogni vettore che indica il tronco è individuato tramite le proprie coordinate geografiche. Per l'area B non è stata condotta una metodologia di rilevamento per determinare la posizione dei tronchi, bensì quest'ultima è stata ipotizzata (fig. 45). Ogni elemento ve-

Aspetto geometrico-grafico

Elemento geometrico
vettoriale puntualeElemento tridimensionale
con geometria sempliceElemento tridimensionale
con geometria realistica

Aspetto informativo

OBJ	SHAPE *	Numero	Genere_specie	Famiglia	Divisione	Nome_volgare	Classe_giardiniera	H	D_tronco	D_chioma
4	Point Z	4 Bagolaro (Celtis australis)	Celtis australis	Cannabaceae	Angiospermae	Bagolaro	Arboreescenti o arboree spoglianti da foglie	11	5 fusti da 20 a 40	11
Dimora	Suolo	Disposizione	Portamento	Esoticità	Età	Impianto	Difetti_Colletto	Difetti_Fusto	Difetti_Branche	Difetti_Chioma
Terreno incolto	Vulcanico	Gruppo misto	Arboreo	Indigena	> 70	Antropico	-	-	-	Buona salute

46/ Rappresentazione delle architetture vegetali in GIS: geometrie con elementi vettoriali puntuali, oppure elementi tridimensionali semplici, oppure elementi tridimensionali realistici a cui è associato l'aspetto informativo contenente dati specifici appartenenti a quell'individuo vegetale (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).



















getale è stato individuato con un vettore puntuale. Questo ha permesso di avere una visualizzazione e una rappresentazione del medesimo attraverso varie forme e differenti modalità grafiche. Questo corrisponde a ciò che si visualizza, che è integrato complementariamente agli attributi, per cui la rappresentazione delle architetture vegetali in GIS possiede questa duplice valenza geometrico-informativa (fig. 46).

Nell'area B esaminata sono presenti: ligustro (*Ligustrum lucidum*), albero da frutta non specificato (*Prunus sp*), bagolaro (*Celtis australis*), robinie (*Robinia pseudoacacia*). Come per la precedente sperimentazione, anche in tale area sono stati assegnati attributi dimensionali, stazionali, morfologici e botanici (fig. 47). Il modello, allo stato attuale della speri-

mentazione, è costituito da elementi tridimensionali costruiti nell'ambiente GIS: per la superficie del terreno sono usate le isoipse, quali elementi vettoriali a quote differenti nello spazio tridimensionale; per i corpi di fabbrica sono impiegati volumi con geometrie pure; per i tracciati, sono usate polilinee vettoriali 3d; per la vegetazione sono adoperati elementi geometrici tridimensionali a geometria semplice o realistica (fig. 48).

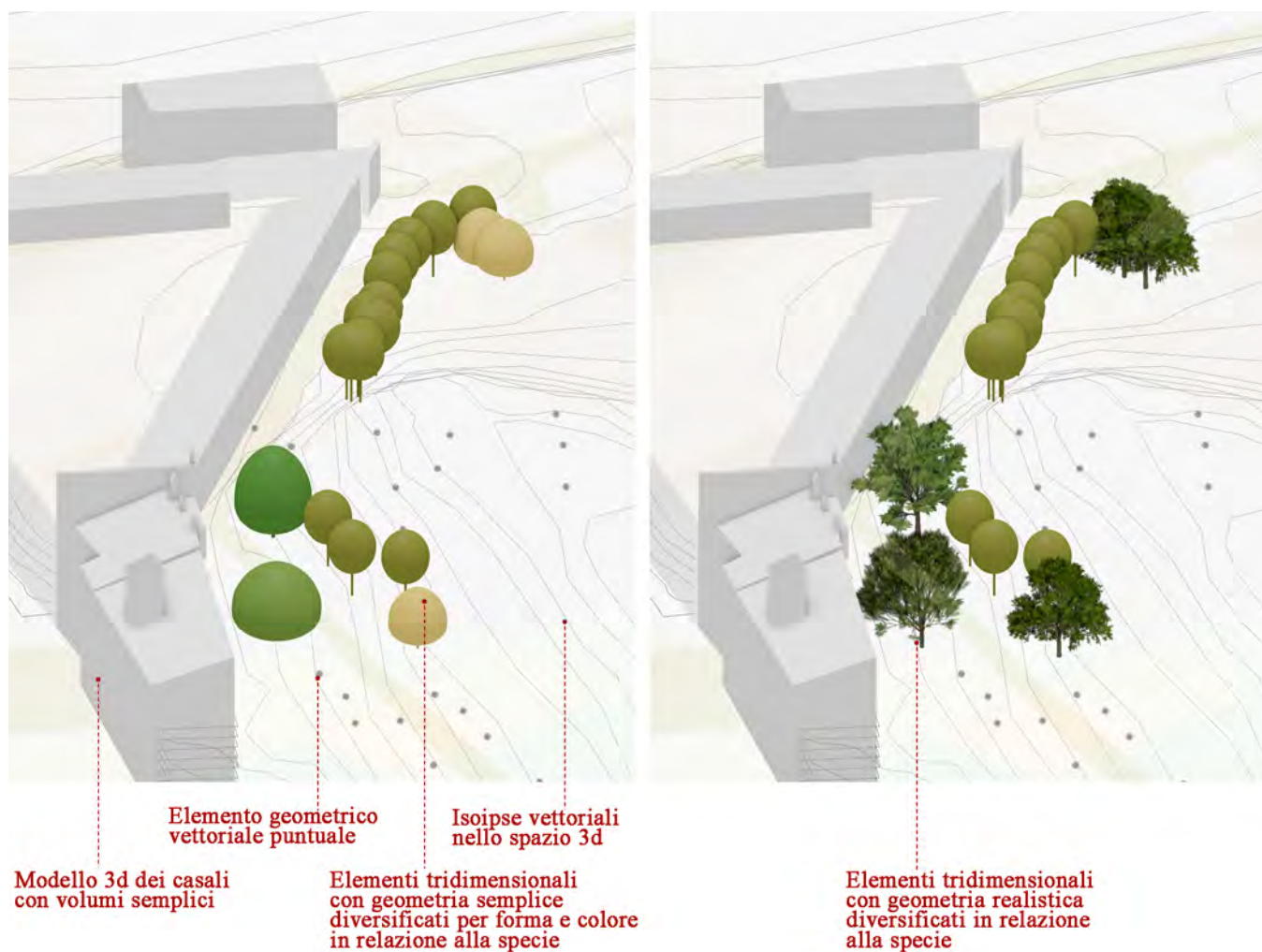
Il sistema informativo generale, in effetti, è costituito da modelli bidimensionali e tridimensionali costruiti direttamente in un unico ambiente di lavoro. È necessario uno strumento che riesca contemporaneamente a sintetizzare la struttura delle unità vegetali in un linguaggio che si configuri come

Sara Colaceci

Aspetto geometrico-grafico			Aspetto informativo								
N.	Elemento geometrico vettoriale puntuale	Elemento geometrico tridimensionale semplice	Elemento geometrico tridimensionale realistico	Dati generali				Dati dimensionali			
				Genere e Specie	Famiglia	Divisione	Nome volgare	Classe giardiniera	H totale (m)	Dia-metro tronco a 1.20 metri da terra (cm)	Dia-metro chioma (m)
1				Ligustrum lucidum	Oleaceae	Angiospermae	Ligustro	Arbustive sempreverdi da fiore	12	35	12
1				Prunus sp	Rosaceae	Angiospermae			9	fusti > 10 da 2 a 20	10
4				Celtis australis	Cannabaceae	Angiospermae	Bagolaro	Arborescenti o arboree spoglianti da fogliame	11	5 fusti da 20 a 40	11
18				Robinia pseudoacacia	Fabaceae	Angiospermae	Robinia	Arborescenti o arboree spoglianti da fiore	4		6
19				Robinia pseudoacacia	Fabaceae	Angiospermae	Robinia	Arborescenti o arboree spoglianti da fiore	5		5
20				Robinia pseudoacacia	Fabaceae	Angiospermae	Robinia	Arborescenti o arboree spoglianti da fiore	7		6

47/ Il sistema informativo geografico delle architetture vegetali dell'area B: è costituito dalla parte geometrica, dalla parte informativa e dalle coordinate geografiche.

											Coordinate geografiche
Dati stazionali		Caratteristiche morfologiche				Difetti					
Dimora	Suolo	Disposizione	Portamento	Esoticità	Impianto	Età (anni)	Colletto	Fusto	Branche	Chioma	
Terreno incolto in parco urbano	Vulcanico	Gruppo misto	Arboreo	Neofita invasiva	Spontaneo	40-50		Dritto		Seccume	12,5213628°E 41,8637837°N
Terreno incolto in parco urbano	Vulcanico	Isolato	Arboreo		Antropico	< 20		Inclinati, policormico		Parassiti	12,5215356°E 41,8636437°N
Terreno incolto in parco urbano	Vulcanico	Gruppo misto	Arboreo	Indigena	Antropico	> 70		Inclinati, policormico		Buona salute	12,5217448°E 41,8636389°N
Terreno incolto in parco urbano	Vulcanico	Gruppo misto	Cespuglioso	Neofita invasiva	Spontaneo	< 30		Dritto		Sofferente	12,5214823°E 41,8637500°N
Terreno incolto in parco urbano	Vulcanico	Gruppo misto	Cespuglioso	Neofita invasiva	Spontaneo	< 30		Dritto		Sofferente	12,5215547°E 41,8637186°N
Terreno incolto in parco urbano	Vulcanico	Gruppo misto	Cespuglioso	Neofita invasiva	Spontaneo	< 30		Dritto		Sofferente	12,5216529°E 41,8637010°N



48/ Modello tridimensionale con le sue componenti antropiche e naturali. (elaborazione in ESRI - ArcGIS Pro 2.7).

prototipo o modello del reale, con lo scopo di promuovere analisi e interpretazioni del sito in esame.

L'innovazione tecnologica che ha coinvolto negli ultimi anni tutti i settori della conoscenza consente di coordinare la complessità tipica degli spazi aperti. Questo processo di rinnovamento e di trasformazione coinvolge sia i metodi di acquisizione dati e sia la gestione dei medesimi. L'uso di un sistema informativo consente la sistematizzazione delle informazioni e la messa in atto della base documentaria e favorisce lo svi-

luppo di conoscenze. Il sistema è in grado di predisporre un insieme integrato costituito da dati geometrico-dimensionali e dati formali-iconici, sia per l'architettura costruita e sia per le componenti del paesaggio. A tal proposito risultano significative le parole di Rossella Salerno in merito al considerare il paesaggio come architettura

A questa massa iconica occorrerà rivolgersi per indagare sulle modalità di rappresentazione del paesaggio assumendo l'ipotesi che sia

possibile considerare il paesaggio come architettura e che tale problema, collocabile all'interno della tradizione disciplinare dell'architettura, trovi il suo luogo privilegiato di verifica nel disegno⁴¹.

La tecnologia e gli strumenti di gestione dell'informazione digitale permettono di coordinare un insieme di dati dimensionali e morfologici, restituiti in forma bidimensionale o tridimensionale.

Questo consente di ottenere dei modelli conoscitivi che includono al loro interno gli aspetti spaziali, ossia geometricamente e dimensionalmente definiti, gli apparati descrittivi, il database per l'archiviazione e la localizzazione geografica sulla superficie terrestre. In tal senso, si attua il funzionamento del sistema informativo, ossia "un sistema che permetta di restituire in modo integrato tutte le basi di dati disponibili predisposti per continui aggiornamenti"⁴².

Il modello informatizzato permette di raccogliere, catalogare, gestire, trattare, presentare informazioni contraddistinte dalla possibilità di attribuire una posizione spazialmente univoca

tramite coordinate geografiche. Il modello così concepito è in grado di organizzare differenti livelli di analisi e conoscenza tra loro interrelati, finalizzati al monitoraggio, alla documentazione, alla manutenzione, alla trasformazione e alla valorizzazione del sito⁴³.

A riguardo sono attuali le parole di Laura De Carlo

Per giungere ad un prodotto di una adeguata efficacia comunicativa occorre definire metodi e modelli per la produzione di un sistema informativo basato su un modello virtuale 3d associato ad applicazioni GIS che organizzino i dati in esso contenuti tramite un modello logico. Un GIS in grado di gestire oggetti tridimensionali in un sistema a tre coordinate reali permettendo di effettuare operazioni di carattere spaziale in un modello di dati georelazionale che relazioni il sistema naturale a quello antropico. Il sistema informativo, direttamente riferito al modello digitale, deve permettere di accedere a questo livello di informazione che riporta quindi, oltre il rilievo di ogni singolo elemento, tutta una serie di informazioni di carattere storico-morfologico⁴⁴.

Note

1 Moriconi 1992, p. 160.

2 *Ibidem*.

3 Parrinello 2012, p.386.

4 “Nel tentativo di riassumere le molteplici valenze e le diversificate modalità operative determinate dalla complessità delle stratificazioni non si può prescindere dal considerare il rapporto che coniuga unitamente architetture e ambiente; ciò che significa spostare l’attenzione dalle cose (singole fabbriche), al quadro d’insieme delle diverse architetture, antropiche e vegetali, considerato indivisibile, quale unità di natura e di cultura”. Sette 2021, p. 17.

5 La locuzione “architetture vegetali” si riferisce al concetto espresso nei primi due articoli della Carta dei Giardini Storici di Firenze del 1981, redatta dal Comitato internazionale dei giardini e dei siti storici ICOMOS-IFLA. In essi si paragona il giardino storico a una architettura composta da materiale vegetale. “Art. 1 - Un giardino storico è una composizione architettonica e vegetale che dal punto di vista storico o artistico presenta un interesse pubblico. Come tale è considerato come un monumento. Art. 2 - Il giardino storico è una composizione di architettura il cui materiale è principalmente vegetale, dunque vivente e come tale deteriorabile e rinnovabile”. Studiosi del settore scientifico disciplinare ICAR17, tra cui Laura De Carlo e Leonardo Paris, ne mantengono l’uso terminologico.

6 Cianci 2008, pp. 100-123.

7 “Le tradizionali rappresentazioni di giardini e ville storiche restituiscono generalmente l’impianto, il disegno del giardino con i manufatti storici, come edifici, vasche, fontane, scalinate, portali, mentre in genere non colgono gli aspetti ambientali e naturalistici. Le metodiche generalmente usate per il rilevamento della vegetazione, in particolare nei loro rapporti con i sistemi di gestione delle aree urbane, sono affidate a rilevamenti topografici che si limitano al posizionamento degli alberi senza alcuna informazione sui caratteri descrittivi della loro componente fisica”. De Carlo 2016, p. 23.

8 Sul rilievo del verde cfr. De Carlo, Paris 2015, pp 547-554. De Carlo, Paris 2013, pp. 385-393. De Carlo, Paris 2004, pp. 89-100. De Carlo, Paris 1998, pp. 33-44. Mancini 2016, pp. 119-126. Paris 2016, pp. 109-118. Parrinello 2012, pp. 386-396.

9 Dati tecnici: aeromobile a pilotaggio remoto: Matrice 210 V2. Camera: Zennuse X5S. Sensore: CMOS 4/3”, 17.30 x 13 mm. Risoluzione: 20.8 MP. Pixel immagini: 5280×3956 px. Quota di

volo: 25 metri. Numero scatti: 1400. Tempo complessivo della fase di acquisizione: 3 ore.

10 È un processo caratterizzato da differenti fasi, il quale usa algoritmi della *Computer Vision* per ricostruire una scena tridimensionale (*3D-structure*) a partire da immagini bidimensionali (*2D-motion*).

11 Superficie della porzione acquisita: 300 x 500 metri circa, 15 ettari circa. Software di elaborazione della nuvola di punti: Bentley ContextCapture. Numero di punti: 173 milioni. GSD: 2 cm/pixel.

12 Si citano brevemente le caratteristiche geometrico-matematiche: la nuvola di punti è formata da un insieme di punti costituiti dalle loro coordinate cartesiane (x, y, z), dai valori cromatici RGB e dalla riflettanza. Può essere definita come un modello numerico per punti, ossia un modello tridimensionale di tipo discreto, se si pensa di associare ogni punto ad un vertice di un triangolo. La trasformazione della nuvola di punti in mesh genera una superficie discreta composta da facce piane, triangolari o quadrate, definite dalle coordinate cartesiane (x, y, z), dalla lunghezza degli spigoli e dalle direzioni normali ad ogni faccia. La mesh può essere definita un modello numerico per superfici. Cfr. Fantini 2009, pp. 60-94. Paris 2016, p. 114.

13 Il *geoprocessing* è un insieme di strumenti per l’elaborazione di dati geografici, per eseguire analisi spaziali e gestire i dati GIS in modo automatizzato.

14 *Create LAS Dataset* genera un file autonomo che fa riferimento alla nuvola di punti. “Il set di dati LAS è un file autonomo che risiede in una cartella e fa riferimento ai dati nel formato *.las*”. (<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/data/las-dataset/create-a-las-datasets.htm>). Consultato il 12 ottobre 2021.

15 WGS84 (World Geodetic System 1984) è il *datum* che definisce l’ellissoide che approssima la superficie della Terra. Se ipotizziamo la sua superficie come il livello medio dei mari si ottiene un modello fisico detto Geoide, che non è un ellissoide e né uno sferoide. Il Geoide ha una formulazione matematica complessa, pertanto si approssima la superficie della Terra ad un ellissoide. Il centro e l’orientamento dell’ellissoide definiscono il *datum*. Il *datum* WGS84 è quello maggiormente conosciuto ed è usato dagli attuali GPS. A tal proposito, risultano esplicative le parole di Biallo: “Un sistema di coordinate di riferimento è definito dal cosiddetto *datum*, che individua il modello matematico usato per calcolare le coordinate geografiche dei singoli punti. Il *datum* è costituito da un set di otto parametri (due relativi alla forma dell’ellissoide e sei relativi alla posizione ed all’orientamento) e da una rete di punti

di compensazione. Gli ellissoidi (cosiddetti “locali”) utilizzati dalla maggior parte di questi sistemi non sono geocentrici, ma hanno il proprio centro spostato rispetto al centro di massa della Terra ed anche orientati in modo differente; per definire quindi i parametri dei *datum*, è necessario riferirli ad un punto di riferimento detto punto di emanazione. In pratica il *datum* è definito dall’ellissoide e dal punto di emanazione. [...] Fra i sistemi di riferimento internazionali, introdotti dalle tecnologie satellitari, è sicuramente da citare il WGS84 (World Geodetic System 1984). Il centro dell’ellissoide coincide con il centro di massa della Terra; l’asse Z è diretto verso il polo Nord; l’asse X è diretto verso il meridiano zero (Greenwich); l’asse Y completa una terna cartesiana destrorsa. A questo sistema non è ufficialmente associato alcun sistema cartografico anche se generalmente in Italia si associa alla rappresentazione UTM prendendo il nome di UTM - WGS84”. Biallo 2005, pp. 68-69.

Inoltre, chiarisce il concetto di proiezione su un piano della superficie ellissoidica: “Con una superficie ellissoidica è già possibile rappresentare le coordinate di un punto attraverso gli angoli di latitudine e longitudine misurati dal centro dell’ellissoide, espressi in gradi e detti coordinate geografiche. [...] Per poter produrre una carta geografica è però necessario proiettare la superficie ellissoidica su un piano; le metodologie che consentono ciò sono definite proiezioni geografiche. Come è noto, non è però possibile rappresentare su un piano una superficie curva (tipo ellissoide o sfera) senza introdurre delle deformazioni di distanza, di area, o di angoli. [...] Pur con questi limiti, sono stati messi a punto vari sistemi di proiezione geografica”. Biallo 2005, p. 65.

Tra le differenti proiezioni, si cita la *Universal Transverse of Mercator* (UTM), ossia la proiezione universale trasversa di Mercatore, la quale è una proiezione della superficie terrestre su un piano. “UTM divide l’ellissoide di riferimento, per esempio WGS84, in segmenti dell’ampiezza di 6 gradi, ovvero in 60 segmenti (per avere un angolo giro di 360°). La proiezione classica di Mercatore utilizza un cilindro verticale per la proiezione. UTM ruota il cilindro di 90° e per questo motivo prende il nome di Mercatore Trasversa Universale. Ognuna delle zone di UTM orienta un cilindro trasverso ruotato in modo diverso dagli altri. UTM è quindi un insieme di 60 proiezioni diverse e ognuna utilizza un diverso meridiano come asse centrale di rotazione”. (<https://www.3dgis.it/it/proiezione-universal-transverse-mercator/>). Consultato il 13 ottobre 2021.

“UTM è caratterizzato dalla conformità, vale a dire che gli angoli locali rimangono inalterati a discapito della distorsione delle grandi dimensioni. [...] Le zone sono numerate da uno a sessanta,

a partire dal meridiano di Greenwich e procedendo verso est fino al centottantesimo meridiano. Le lettere vengono assegnate da sud a nord”. (<https://docs.bentley.com/LiveContent/web/MicroStation%20Help-v12/it/GUID-92370958-9F4A-D1EF-3148-9A6D04B53707.html>). Consultato il 13 ottobre 2021. L’Italia è rappresentata in due fusi di 6°, denominati fuso 32N e fuso 33N.

16 Ipotizzando la superficie della Terra come il livello medio dei mari si ottiene un modello fisico detto Geoide, la cui formulazione matematica risulta complessa. Di conseguenza, si approssima la superficie terrestre ad un ellissoide, in particolare quello WGS84.

Stabilito questo, la quota indicata nelle cartografie e nelle CTR è la quota ortometrica, cioè quella che indica il valore sul livello del mare, quindi si riferisce alla superficie del Geoide. Il GPS, invece, misura le coordinate di latitudine, longitudine e altitudine di un punto che si riferisce alla superficie dell’ellissoide WGS84. Geoide ed ellissoide non coincidono quasi mai. In Italia lo scostamento tra il Geoide e l’ellissoide è di 40-50 metri. Il valore rilevato dal GPS, dunque, non è la quota ortometrica (sul livello del mare) bensì è la quota ellissoidica. “La cartografia è quindi una rappresentazione bidimensionale di due distinte superfici: l’ellissoide su cui proiettiamo i punti rilevati planimetricamente, ed il Geoide per le relative quote altimetriche”. Biallo 2005, p. 65.

17 Grilli *et al.* 2020, p. 38.

18 Pierdicca *et al.* 2020, p. 2.

19 A tal proposito, risultano pertinenti i concetti teorici che investono lo spazio-contenitore e gli oggetti naturali espressi da Rossella Salerno: “Non esiste sovente nessuna relazione tra le proprietà geometriche dello spazio-contenitore e quella degli oggetti naturali: una strada e un fiume sono pensati e rappresentati con la stessa metrica anche se in realtà corrispondono ad oggetti sostanzialmente dotati di qualità diverse”. Salerno 1995, p. 31.

20 *Classify LAS Ground* è un’operazione di *geoprocessing* all’interno del set di strumenti di classificazione, la quale permette di classificare i punti a terra dei dati *.las*. La classificazione dei dati *.las* è presente in 3d Analyst. “L’ estensione ArcGIS 3D Analyst in ArcGIS Pro fornisce strumenti per creare, visualizzare e analizzare i dati GIS in un contesto tridimensionale (3D)”. (<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/analysis/3d-analyst/get-started-with-3d-analyst-in-pro.htm>). Consultato il 18 ottobre 2021.

21 Il tipo di classificazione con i relativi valori definiti dall’American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS), versione 1.4 sono i seguenti: 0=Mai classificato. 1=Non assegnato. 2=Terreno. 3=Bassa vegetazione. 4=Vegetazione

media. 5=Alta vegetazione. 6=Costruzione. 7=Rumore basso. 8=Riservato. 9=Acqua. 10=Recinto. 11=Manto stradale. 12=Riservato. 13=Filo. 14=Filo – Conduttore. 15=Torre di trasmissione. 16=Filo – Connettore. 17=ponte. 18=Alto rumore. 19 – 63=Riservato alla definizione ASPRS (supporto LAS da 1.1 a 1.3 fino al codice classe 31). 32 – 255=Definibile dall'utente (supportato solo in LAS 1.0 e alcune versioni di 1.4).

22 (https://www.usgs.gov/faqs/what-a-digital-elevation-model-dem?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products). Consultato il 17 agosto 2021.

23 Shingare, Kale 2013, p. 2413. Bartłomiej 2017, p. 84.

24 I TIN sono una forma di dati digitali basati su vettori. La terminologia TIN per indicare superfici costituite da vertici e triangoli è quella usata comunemente in ambito GIS.

25 (<http://dati.lazio.it/catalog/dataset/carta-tecnica-regionale-2002-2003-5k-roma>). Consultato il 27 febbraio 2020.

26 Per generare un layer indipendente con i soli punti del terreno è stata avviata l'operazione di *geoprocessing Make las dataset layer*, che consente di estrapolare i punti appartenenti ad una specifica classe dalla nuvola di punti in formato *.las*.

27 Per costruire la superficie TIN è stata avviata l'operazione di *geoprocessing Las dataset to TIN*, la quale genera una superficie irregolare composta da triangoli a partire da un insieme di punti in formato *.las*.

28 Per costruire il DEM è stata avviata l'operazione di *geoprocessing Las dataset to raster*, la quale genera un raster utilizzando i valori di elevazione dei punti in formato *.las*.

29 Per costruire il DEM è stata avviata l'operazione di *geoprocessing Point to raster*, la quale genera un raster a partire da un insieme di punti in formato *.dxf*.

30 Gregotti 1991, p. 2.

31 A tal proposito cfr. Accettella *et al.* 1997, pp. 1-125. Buccomino, Stanisci 2000, pp. 1-15. Calzolari 1984, pp. 165-175. Simbolotti 1984, pp. 209-222.

32 Sulle caratteristiche della flora è stato indispensabile il confronto e il supporto del botanico dottor Giovanni Buccomino e la lettura della sua pubblicazione *Il paesaggio vegetale della Valle della Caffarella* (testo inedito).

33 Per la storia del paesaggio agrario italiano vedi Sereni 1961, pp. 1-499.

34 “La configurazione ambientale è, in ogni periodo storico, la risultante di un processo di modificazioni determinate dagli abitanti, dai loro aggregati, dalla maglia delle comunicazioni che segnano

il paesaggio. Il trapasso da uno stato meramente geografico-fisico ad un ordinamento spaziale antropico, progettato, può essere immaginato ricostruendo, dall'età delle caverne a quella delle metropoli contemporanee, le zone edificate, ‘piene’, e le aree naturali o agricole, più o meno ‘desertiche’”. Zevi 1995, p. 9.

35 Progetto fotogrammetrico: Nikon D800; sensore CMOS 35.9 x 24 mm; obiettivo 50 mm; scatti in automatico orizzontali ad assi paralleli tra loro con sovrapposizione 70-80%; risoluzione immagine: 3680 x 2456 px; distanza di presa circa 6 metri.

36 Per la classificazione botanica vedi il sito Acta Plantarum (<https://www.actaplantarum.org/>). Consultato il 30 novembre 2021. Gli aspetti botanici sono stati indagati con la consulenza del botanico dottor Giovanni Buccomino.

37 Un metodo per la valutazione della stabilità dell'albero è il *Visual Tree Assessment (VTA)*, eseguito con il protocollo della Società Italiana di Arboricoltura. È condotto con approccio visivo e con attrezzature specifiche ove necessario. (https://www.isaitalia.org/images/stories/documenti/Indispensabili/protocollo_vta.pdf). Consultato il 01 dicembre 2021.

38 “Anche la robinia (*Robinia pseudoacacia*), come l'*Architectura vulgaris*, è una specie povera e tenace. Anch'essa si diffonde ovunque insinuandosi inesorabile tra colture diverse. Predilige i terreni in abbandono e le aree marginali, lungo le quali si propaga con arbusti e cespugli che presto si radicano saldamente. Se estirpata si riproduce più in là con innumerevoli polloni che crescono con rinnovato vigore. Per attenuarne l'effetto invasivo e soprattutto le apparenze di sterpaglia dequalificata gli esperti suggeriscono di lasciarla crescere, dove possibile, fin quando non diventi albero. Apparirà allora nobile e possente, estinguerà da sola, con la sua ombra e le sue radici, ulteriori propagazioni e sarà confrontabile con altre specie decorative, alle quali contenderà primati di qualità e durezza”. De Rubertis 2002, pp. 16-17.

39 Cianci 2008, pp. 100-123.

40 Per la gestione del verde tramite database e dati di rilievo cfr. Capitanio 2002, pp. 51-53. De Carlo 2016, pp. 22-30. Parrinello 2012, pp. 1-6. Parrinello 2012, pp. 418-423. Parrinello 2011, pp. 103-111. Pierdominici 2016, pp. 133-142.

41 Salerno 1992, p. 145.

42 De Carlo 2016, p. 26.

43 Cfr. Bianconi, Filippucci 2019, pp. 61-84.

44 *Ibidem*

*"Un' 'altra' città attende di essere rivelata,
ed esige strumenti conoscitivi nuovi.
Forse sarà necessario indagare
le relazioni più che gli oggetti,
i rapporti più che le forme.
Forse occorrerà capire
prima di mostrare e di classificare,
capire un mondo
del quale non è stato ancora costruito il modello".*

Roberto de Rubertis

La città rimossa. Strumenti e criteri per l'analisi e la riqualificazione dei margini urbani degradati. Roma: Officina Edizioni, 2002, p. 17.

5. Le componenti naturali in Information Modeling

5.1 Introduzione

L'IM relativo all'architettura edificata, di progetto ed esistente, e alle infrastrutture costruite è uno dei grandi temi della contemporaneità, il quale è oramai in uso nella pratica professionale ed indagato e sperimentato nella ricerca accademica. Tuttavia esiste ancora una carenza di conoscenza e di applicazione nell'ambito del sito e delle componenti del paesaggio. L'obiettivo generale del presente capitolo è affrontare il "regno interstiziale tra l'edificio e il resto dell'ambiente costruito e la natura"¹, mentre l'obiettivo specifico è affrontare il tema dell'*Information Modeling* applicato alla componente vegetazionale, finalizzato ad una descrizione più ampia dell'ambiente circostante e dei contesti in cui viviamo.

La sperimentazione è stata svolta sulle due aree collocate presso il casale della Vaccareccia nella Valle della Caffarella, precedentemente indagate nel capitolo 4.

Nel secondo paragrafo è sviluppato il processo di costruzione della superficie del terreno, in modo da comprendere le analogie e le differenze nella metodologia e nei prodotti ottenuti tra ambiente GIS, illustrati nei capitoli precedenti, e ambiente di IM. Nel terzo paragrafo sono esposti gli obiettivi e la metodologia applicata nella rappresentazione delle architetture vegetali. Nel quarto paragrafo è presentato l'argomento dell'*Information Modeling* attribuito alle essenze arboree, tramite l'oggetto-pianta, quale modello tridimensionale parametrico, che permette una rappresentazione delle architetture vegetali attraverso un unico elemento che assume forma bidimensionale con geometria e grafica iconica, forma tridimensionale realistica e apparato informativo sulle qualità e le caratteristiche del medesimo. L'applicativo usato per la sperimentazione è *Nemetschek Vectorworks Landmark*, facente parte di *Nemetschek Vectorworks Design Suite 2022*, poiché rivolge un'attenzione al paesaggio, tramite una serie di funzioni specifiche dedicate alla modellazione informatizzata delle sue componenti, in particolar modo la vegetazione.

5.2 Il modello del terreno

In tale paragrafo si descrive la metodologia di costruzione della superficie del terreno in ambiente di IM, con l'obiettivo di confrontare il processo metodologico e i prodotti con quelli ottenuti in ambiente GIS.

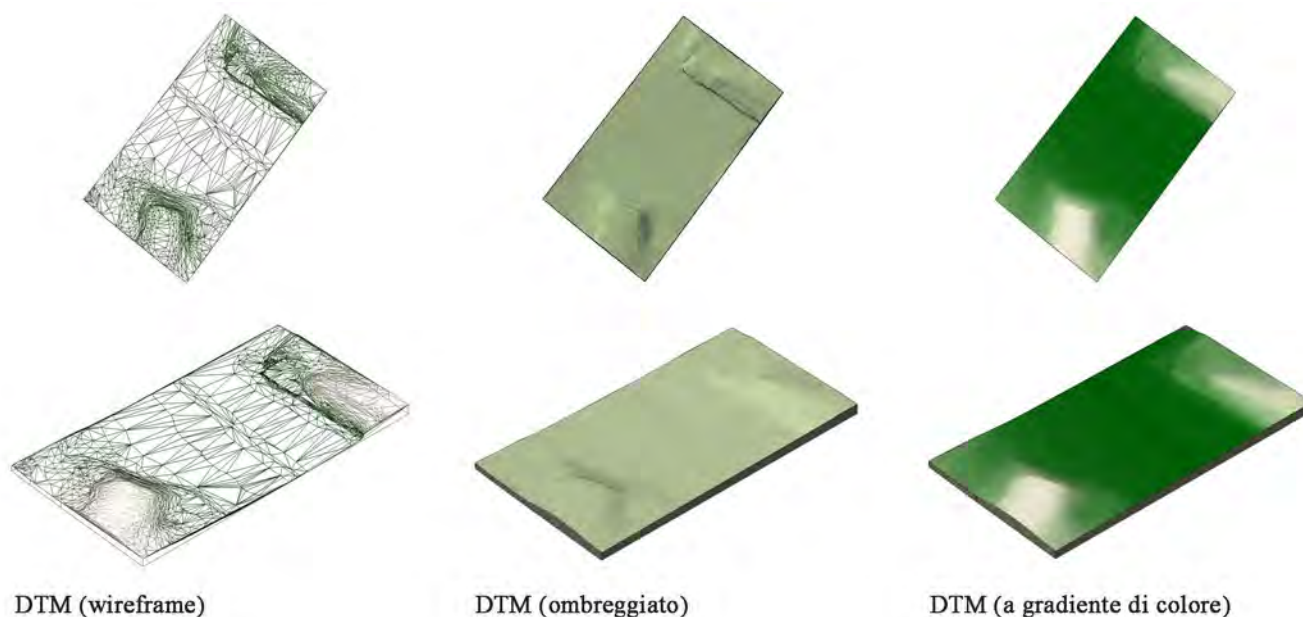
La prima fase ha riguardato l'importazione dei dati di origine che, in tal caso, erano stati parzialmente elaborati per la sperimentazione esposta nel capitolo 4. Nello specifico, sono state importate le isoipse a distanza di un metro, in formato *.dwg*, relative alla porzione della Valle della Caffarella in esame, le quali sono state precedentemente estratte dalla nuvola di punti acquisita con SAPR, attraverso l'impostazione di piani secanti orizzontali a distanza di un metro lungo asse z.

La modellazione della superficie del terreno è stata realizzata a partire dalle isoipse, generando il DTM tramite il metodo *Triangulated Irregular Network* (TIN), ossia una superficie di elevazione costituita da punti disposti irregolarmente nello spazio, uniti tra loro da segmenti in modo da formare triangoli. Il modello del terreno ottenuto è un modello tridimensionale di tipo discreto che può essere definito anche modello numerico per superfici o *mesh*, il quale, nella fattispecie, esprime l'andamento del suolo senza edificazioni e senza vegetazione².

Le diverse modalità di visualizzazione, in *wireframe* oppure ombreggiato oppure con curve a differente gradiente di colore dalla quota inferiore a quella più elevata, consentono di comprendere la geometria della superficie e la sua variazione altimetrica nello spazio (figg. 1-2).

Il DTM così composto, oltre ad essere un modello tridimensionale, ha la possibilità di essere modificabile localmente sui punti della superficie *mesh*.

Tali caratteristiche non sono banali, infatti rispetto ai prodotti che identificano la medesima superficie del terreno in ambiente GIS, possiamo notare differenze relative alla geometria e al processo operativo. Nel corso della ricerca è stato



1/ Modello del terreno o DTM in wireframe, ombreggiato e a gradiente di colore che mostra l'andamento della superficie terrestre dell'area in esame (elaborazione in Nemetschek Vectorworks Landmark).

possibile affrontare molteplici sperimentazioni riguardanti le varie modalità di rappresentazione delle superfici del terreno, tramite differenti processi metodologici, in differenti ambienti digitali (GIS, CAD, di IM) che hanno portato alla costruzione di prodotti differenti tra loro.

Di seguito si riassumono caratteristiche, analogie e differenze. Con la nuvola di punti a passo cinque metri (DTM, cioè un modello numerico per punti identificativo della sola superficie terrestre senza vegetazione e senza costruzioni), facente parte della CTR ed ottenuta dal sito Open data della Regione Lazio³, è stato possibile costruire il DEM in ambiente GIS, ossia un modello digitale di elevazione con struttura *raster grid*, privo di zone d'ombra, relativo alla superficie senza vegetazione e costruzioni, la cui elaborazione è risultata veloce ed avente un grado di discretizzazione corrispondente alla distanza di cinque metri tra punti acquisiti⁴.

Con la nuvola di punti a passo cinque centimetri (DSM, ossia un modello numerico per punti comprendente tutti i punti

visibili di vegetazione, costruzioni e superficie terrestre) acquisita con SAPR è stato possibile elaborare e rappresentare superfici del terreno in ambiente GIS, in ambiente CAD e in ambiente di IM.

In ambiente GIS, la nuvola di punti è stata importata, georeferenziata, classificata per estrarre i punti appartenenti alla superficie terrestre, dopodiché sono stati elaborati il DEM, ossia il modello digitale di elevazione con struttura *raster grid*, avente zone d'ombra, relativo alla superficie del suolo senza edificazioni ed essenze vegetali, la cui elaborazione è risultata veloce ed avente un grado di discretizzazione corrispondente alla distanza di cinque centimetri tra punti acquisiti.

È stato elaborato, inoltre, il TIN, con struttura di punti disposti nello spazio, avente zone d'ombra, la cui elaborazione è risultata maggiore rispetto al DEM, con una semplificazione dell'andamento del terreno causata dalla decimazione dei punti in fase di elaborazione del TIN. In ambiente CAD, è stata importata la nuvola di punti acquisita con SAPR e sono

Dato
di origine

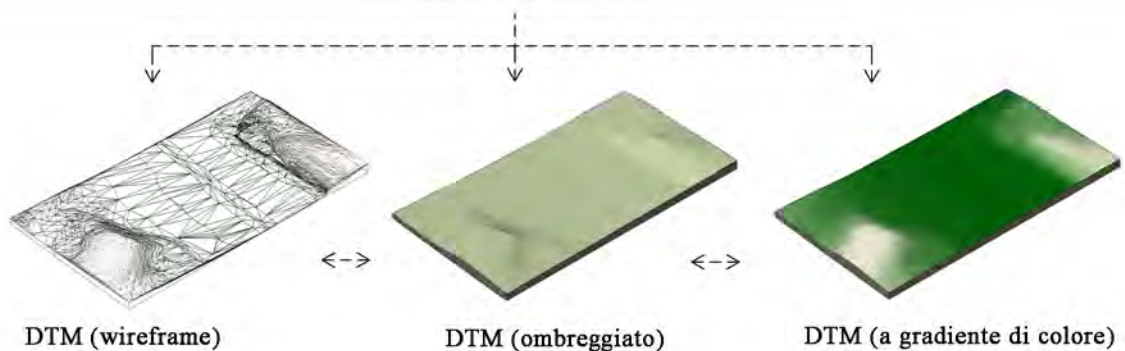
Nuvola di punti a passo 5 cm, formato .las
DSM

In CAD



Estrazione delle isoipse

In IM

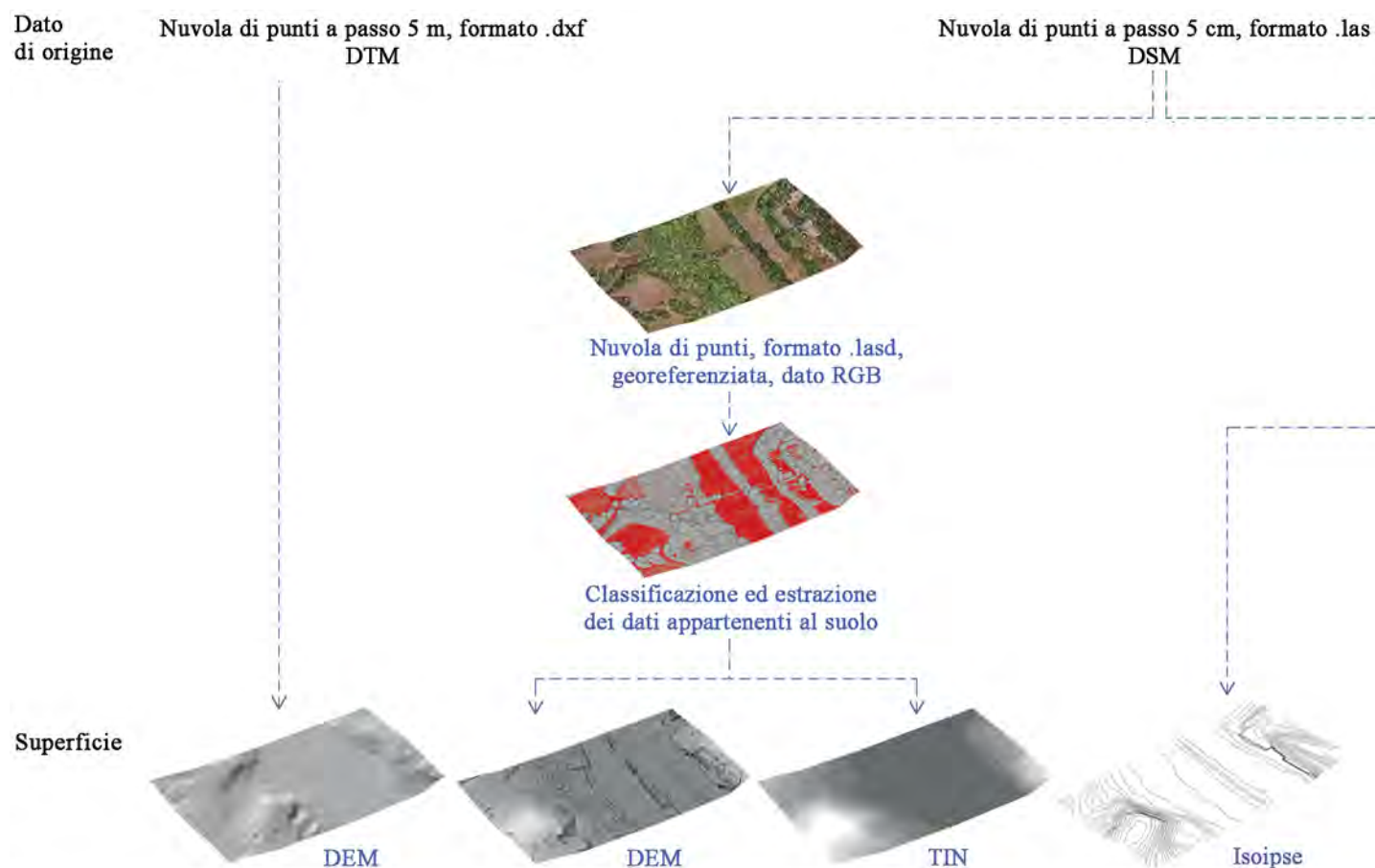


Caratteristiche

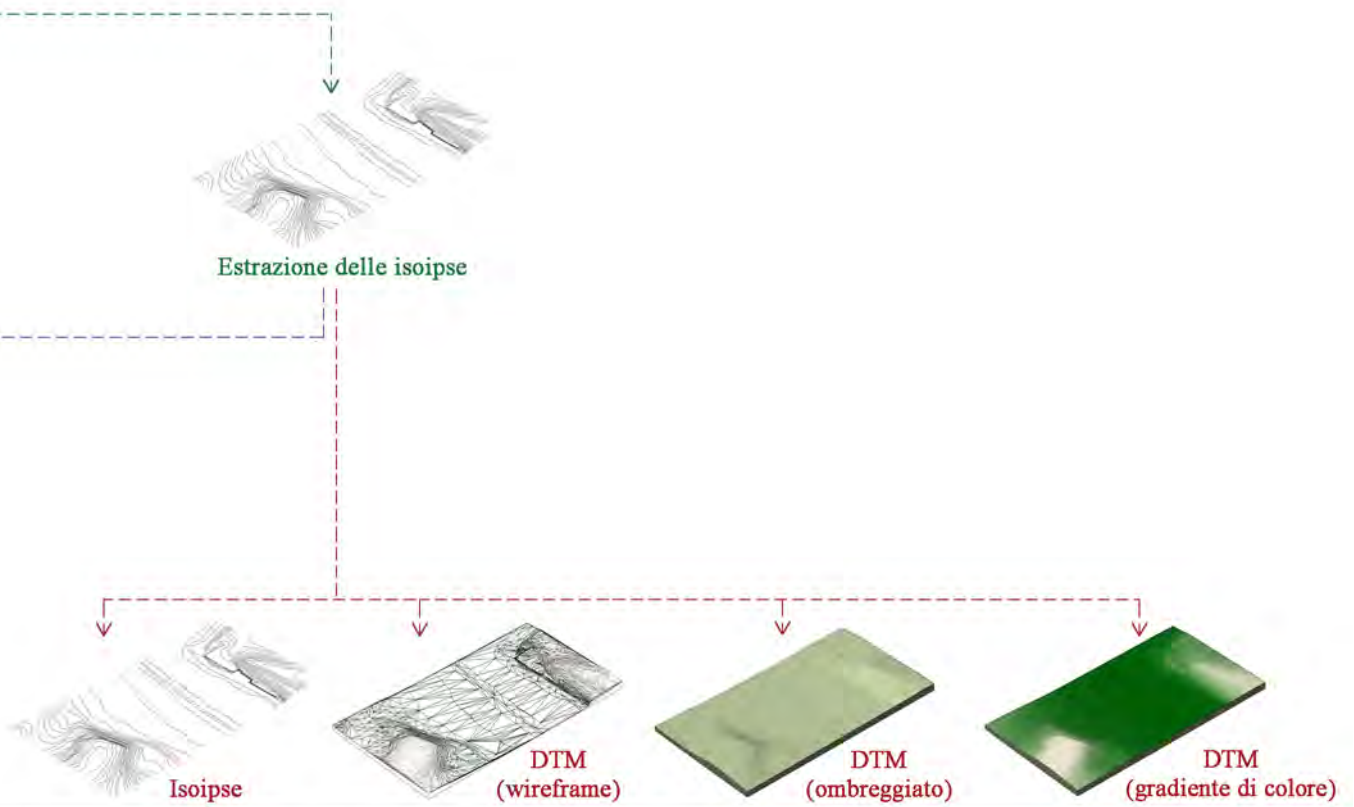
- DTM
- Formato vettoriale
- 3 d
- Deriva da un processo di discretizzazione della nuvola di punti tramite l'estrazione delle isoipse a distanza di un metro
- Elaborazione veloce
- Possibilità di visualizzazione in wireframe, ombreggiato, a gradiente di colore
- Possibilità di modifica locale nei punti della mesh

2/ Metodologia di costruzione del modello del terreno o DTM in ambiente di Information Modeling.

Sara Colaceci



Caratteristiche differenze analogie	DEM (5m DTM)	DEM (5cm DSM)	TIN (5cm DSM)	Isoipse (5cm DSM)
	<ul style="list-style-type: none"> - DEM - Formato raster - 2,5 d - Deriva da punti a passo 5 m - Assenza di zone d'ombra, poiché deriva da un DTM (punti acquisiti del suolo senza elementi antropici e vegetali) - Elaborazione veloce - Scala di grigi 	<ul style="list-style-type: none"> - DEM - Formato raster - 2,5 d - Deriva da punti a passo 5 cm - Presenza di zone d'ombra, poiché deriva da un DSM (punti acquisiti di tutti gli elementi che si trovano sul suolo, come edifici o alberi) - Elaborazione veloce - Scala di grigi 	<ul style="list-style-type: none"> - TIN - Formato vettoriale - 3 d - Deriva da punti a passo 5 cm - Presenza di zone d'ombra, poiché deriva da un DSM (punti acquisiti di tutti gli elementi che si trovano sul suolo, come edifici o alberi) - Elaborazione maggiore rispetto al DEM - Scala di grigi - Semplificazione dell'andamento topografico dovuto alla decimazione in fase di elaborazione del TIN 	<ul style="list-style-type: none"> - Isoipse - Formato vettoriale - Polilinee nello spazio 3d



- Isoipse
- Formato vettoriale
- Polilinee nello spazio 3d

- DTM
- Formato vettoriale
- 3 d
- Deriva da un processo di discretizzazione della nuvola di punti tramite l'estrazione delle isoipse a distanza di un metro
- Elaborazione veloce
- Possibilità di visualizzazione in wireframe, ombreggiato, a gradiente di colore
- Possibilità di modifica locale nei punti della mesh

Flusso di lavoro in ambiente GIS
 Flusso di lavoro in ambiente CAD
 Flusso di lavoro in ambiente di IM

3/ Metodologie di costruzione della superficie del terreno in ambiente CAD, GIS e di IM.

state estratte le isoipse tramite la predisposizione di piani orizzontali a distanza di un metro. Queste, successivamente, sono state importate in ambiente GIS e in ambiente di IM. In ambiente di IM, oltre alle curve di livello, è stato possibile costruire il DTM, ossia il modello numerico per superficie o mesh.

Il confronto tra le superfici del terreno, derivate dall'elaborazione nei diversi ambienti digitali, mette in evidenza l'importanza del dato di origine, la differenza tra le strutture di dati, la differenza nella discretizzazione tra polilinee e superfici, la differenza nella qualità della discretizzazione e pertanto la differenza nella rappresentazione dell'andamento del terreno. Osservando i due diversi dati di origine (nuvola a passo cinque metri e nuvola a passo cinque centimetri), infatti, emerge una diversità nel risultato tra i DEM, con qualità superiore in quello ottenuto dalla nuvola a passo cinque centimetri. Di contro, tuttavia, questo presenta zone d'ombra.

Il TIN, invece, sebbene abbia una struttura di dati per punti e non *raster grid* come i DEM, ha avuto un risultato poco soddisfacente, causato da una decimazione eccessiva in fase di elaborazione digitale causata dal calcolo computazionale, che ha comportato una rappresentazione della superficie del terreno eccessivamente semplificata.

Le isoipse sono state utili e hanno fornito un medesimo risultato in tutti gli ambienti digitali sperimentati, ossia hanno consentito di rappresentare e discretizzare il terreno tramite polilinee nello spazio. Discretizzando il terreno tramite polilinee individuanti punti della nuvola appartenenti alla stessa quota, è stato possibile visualizzare, comprendere e rappresentare la morfologia dell'area senza criticità derivate. Tale passaggio, inoltre, è stato basilare per poter costruire il DTM in ambiente di IM.

Il DTM è risultato la superficie con maggiore qualità nella discretizzazione, con maggior qualità nella rappresentazione della variazione topografica, senza criticità, con la possibilità di differenti visualizzazioni e con la possibilità di intervenire sul medesimo per eventuali modifiche, sia geometriche che grafiche, mentre nei prodotti GIS non è stato possibile intervenire a posteriori dopo il processo di elaborazione (fig. 3).

Allo stato attuale, è possibile affermare che, a fronte di uguali dati di origine, il modello del terreno con maggiore qualità nella rappresentazione (geometrica e grafica) è quello elaborato in ambiente di *Information Modeling*.

5.3 Obiettivi e metodologia nella rappresentazione delle architetture vegetali

Le questioni sulla rappresentazione dei sistemi vegetazionali e delle architetture vegetali riguardanti la duplice valenza grafica e significativa dei segni indicanti il verde, già dichiarate nel capitolo precedente, sono motivo della ulteriore sperimentazione di seguito descritta.

Se le discipline della Rappresentazione possono assumere un ruolo attivo e critico all'interno di tutti quei processi che prevedono la documentazione, la gestione, l'analisi, la conoscenza e la valorizzazione del paesaggio e delle sue componenti, proprio perché la Rappresentazione ha instaurato da sempre una relazione diretta con i contesti naturali e antropizzati, allora è bene indagare in che modo tale duplice valenza si esplica nei sistemi informativi contemporanei

All'interno dell'*Information Modeling*, le molteplici ricerche internazionali esposte nel capitolo sullo stato dell'arte testimoniano l'interesse verso l'ambito che intercorre tra l'architettura costruita e l'ambiente naturale e confermano la presa di coscienza che tale ambito non può essere tralasciato. La ricerca a riguardo è aperta ed in continuo aggiornamento ed è rivolta principalmente alla gestione delle informazioni digitali per ottimizzare i processi di informazione.

In questa sede, invece, si affronta un aspetto specifico ossia le modalità di rappresentazione delle architetture vegetali tramite modelli parametrici e in che modo l'apparato descrittivo ne supporta il valore. L'obiettivo è indagare le molteplici forme della Rappresentazione, la quale coinvolge l'aspetto grafico, l'aspetto informativo e la parametrizzazione degli elementi.

La metodologia ha riguardato, inizialmente, l'importazione della posizione degli alberi delle aree 1 e 2 in formato *.dwg* (le cui fasi di acquisizione ed elaborazione sono state presentate nel quarto capitolo) e, successivamente, la definizione degli alberi con le loro caratteristiche dimensionali, morfologiche e botaniche tramite modelli parametrici degli oggetti-piante⁵. È possibile determinare delle piante parametriche tramite una serie di strumenti che coinvolgono parallelamente l'aspetto della Rappresentazione e l'aspetto informativo-botanico. In tal modo si cerca di coniugare la valenza espressiva dei segni grafici denotanti la vegetazione con gli appropriati riferimenti descrittivi, botanici e morfologici, grazie all'approfondimento di entrambi gli aspetti.

Modifica Stile Pianta

Nome Stile Pianta: Celtis australis

Formula nome: Nessun prefisso Nessuno suffisc

Dati botanici

Dim. e spaziatura

Opzioni inserimento

Grafica

Aspetto

Zone zolla

Etichetta

Altri dati

Nome

Nome botanico:

Nome comune:

Dati botanici

ID Pianta:

Dim. prevista:

Quantità in base a:

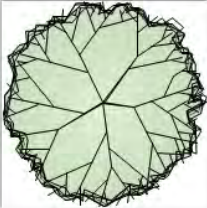
Codice:

Prezzo:


Commenti calendario interventi:

Commenti pianificazione vivaio:

Anteprima Alto/Pianta



Anteprima 3D



Definire dei commenti relativi alla pianificazione in vivaio.



4/ Predisposizione dell'oggetto parametrico pianta con la definizione di dati botanici, dimensioni, aspetto grafico, modalità di impianto (impostazioni in Nemetschek Vectorworks Landmark).



Sara Colaceci

Aggiunta pianta

Piante da usare: Online: Van Den Berk: Catalog Usa filtro Filtri

Nome botanico	Nome comune	Classificazio.	Usi	Portamento	Altezza in m.	Caratteristich.	Colore fiore	Epoca fioritura	Rusticità	Colore
<i>Catalpa speciosa</i>	Westem Catalpa, Northern Catalp...	Trees	cemetenes, l.	upright, loosely pyramidal, sometimes ro...	15-20 (30) m...	white, in wide...		May	heart shaped...	green
<i>Cedrus deodara</i>	Himalayan cedar, Deodar cedar	Trees	theme parks...	broad pyramidal when young, later broa...	15-20 (30) m...	unremarkabl...	green	November	needles in bu...	blue-g
<i>Cedrus deodara 'Aurea'</i>	<i>Cedrus deodara 'Aurea'</i>	Trees	theme parks...	broad pyramidal when young, later broa...	15-20 (30) m...	unremarkabl...	green	November	needles in bu...	green
<i>Cedrus deodara 'Bushes Electa'</i>	<i>Cedrus deodara 'Bushes Electa'</i>	Trees	theme parks...	columnar, dark, dense crown	6-8 m, fast gro...	green, flower...	green	November	bluegreen, ev...	blue-g
<i>Cedrus deodara 'Karl Fuchs'</i>	<i>Cedrus deodara 'Karl Fuchs'</i>	Trees	theme parks...	narrow pyramidal, dark, dense crown	15-20 (30) m...	unremarkabl...	green	November	needles in bu...	blue-g
<i>Cedrus deodara 'Pendula'</i>	<i>Cedrus deodara 'Pendula'</i>	Trees	theme parks...	broad weeping, dark, dense crown, capri...	up to 5 m	unremarkabl...	green		bundles, over...	blue-g
<i>Cedrus deodara 'Robusta'</i>	<i>Cedrus deodara 'Robusta'</i>	Trees	theme parks...	broad pyramidal, half open crown	12-15 m	unremarkabl...			needles in bu...	blue-g
<i>Cedrus libani</i>	Cedar of Lebanon	Trees	theme parks...	pyramidal when young, later flat-topped	20-25 (40)m	unremarkabl...	yellow	September	needles in bu...	green
<i>Cedrus libani 'Fastigiata'</i>	<i>Cedrus libani 'Fastigiata'</i>	Trees	theme parks...	narrow pyramidal, dark, dense crown	20-25 (40) m	unremarkabl...	yellow	September	needles, blue...	blue-g
<i>Cedrus libani 'Glauca'</i>	Blue cedar	Trees	theme parks...	broad pyramidal, half open crown, capri...	20-25 (40) m	unremarkabl...	yellow	September	needles, silv...	blue-g
<i>Cedrus libani 'Glauca Fastigiata'</i>	<i>Cedrus libani 'Glauca Fastigiata'</i>	Trees	theme parks...	narrow conical, dark, dense crown	20-25 (40) m	unremarkabl...	yellow	September	needles inten...	blue-g
<i>Cedrus libani 'Glauca Pendula'</i>	<i>Cedrus libani 'Glauca Pendula'</i>	Trees	theme parks...	broad weeping, half open crown, caprici...	4-6 m, slow g...	unremarkabl...	yellow	September	needles, silv...	blue-g
<i>Cedrus libani subsp. atlantica</i>	Atlas cedar	Trees	theme parks...	broad pyramidal, half open crown, capri...	20-25 (40) m	unremarkabl...	yellow		needles, light...	blue-g
<i>Celtis australis</i>	Hackberry, Southern nettle tree	Trees	theme parks...	round to umbel-shaped, half-open crown	10-15 (20) m	inconspicuo...	green	April	ovate-lanceol...	green
<i>Celtis biondii</i>	Trees	theme parks...	vase-shaped, half open crown	4-6 (12) m	inconspicuo...	yellow green	April	ovate to narro...	green	
<i>Celtis bungeana</i>	Trees	theme parks...	round/spherical, half open crown	10-15 m	inconspicuo...	yellow-green	April	ovate to elon...	green	
<i>Celtis caucasica</i>	Trees	theme parks...	round/spherical, half open crown	10-12 m	inconspicuo...	yellow-green	April	crooked ov...	green	
<i>Celtis julianae</i>	Trees	theme parks...	umbel-shaped, half open crown	20-30 m	green, incons...	green	April	elliptical to ov...	green	
<i>Celtis occidentalis</i>	North American hackberry, Nettle	Trees	theme parks...	round, irregular, half open crown, caprici...	8-15 (30) m	inconspicuo...	green	April	ovate-lanceol...	green
<i>Celtis occidentalis 'Globosa'</i>	<i>Celtis occidentalis 'Globosa'</i>	Trees	theme parks...	round/spherical, half open crown, caprici...	6-8 m	green, flower...	green	April	green	green
<i>Celtis sinensis</i>	Chinese hackberry	Trees	theme parks...	umbel-shaped to round, half open crown	15-20 m	green, incons...	green	April	elliptical to ov...	green
<i>Cephalanthus occidentalis</i>	<i>Cephalanthus occidentalis</i>	Trees	cemetenes, l.	round/spherical, half open crown	2-3 m	white, flowers white	white	June	green	green
<i>Cephalotaxus harringtonii 'Fastigiata'</i>	<i>Cephalotaxus harringtonii 'Fastigiata'</i>	Trees	theme parks...	columnar, dark, dense crown	3-5 m	cream, in s...	green	March	needles sh...	green
<i>Cercidiphyllum japonicum</i>	Japanese Katsura tree	Trees	theme parks...	at first ovate, later round, dark, dense cro...	6-12 (15) m	monoecious...	orange/teal	April	ovate to almo...	green
<i>Cercidiphyllum japonicum 'Amazi'</i>	<i>Cercidiphyllum japonicum 'Amazi'</i>	Trees	cemetenes, l.	broad, weeping, half open crown	6 m	inconspicuo...	orange/teal	April	ovate to nearl...	blue-g

Immagine pianta  Immagine dettaglio 

Altra immagine  Immagine personale 


Autore immagine:  **VAN DEN BERK**
NURSERIES

Photo courtesy of Van Den Berk
www.vdbark.com/

Pagina 7 di 32

Per visualizzare l'Alto, premi F1 o fai clic sull'icona ?

OK Annulla

Das online aggiornato il 11/10/2021

5/ *Catalogo delle piante Van der Berk Nurseries, in cui sono esplicitati i dati botanici: nome botanico, nome comune, classificazione, uso, portamento, dimensioni, specifiche su foglie e fiori, tipologia di terreno. Tali dati sono stati utilizzati per la progettazione dell'apparato informativo delle architetture vegetali (impostazioni in Nemet-schek Vectorworks Landmark).*

5.4 Modelli delle architetture vegetali

Le risorse predefinite nell'applicativo contengono settecento piante, ad ognuna delle quali sono associate una rappresentazione grafica bidimensionale, una rappresentazione tridimensionale e i dati botanici.

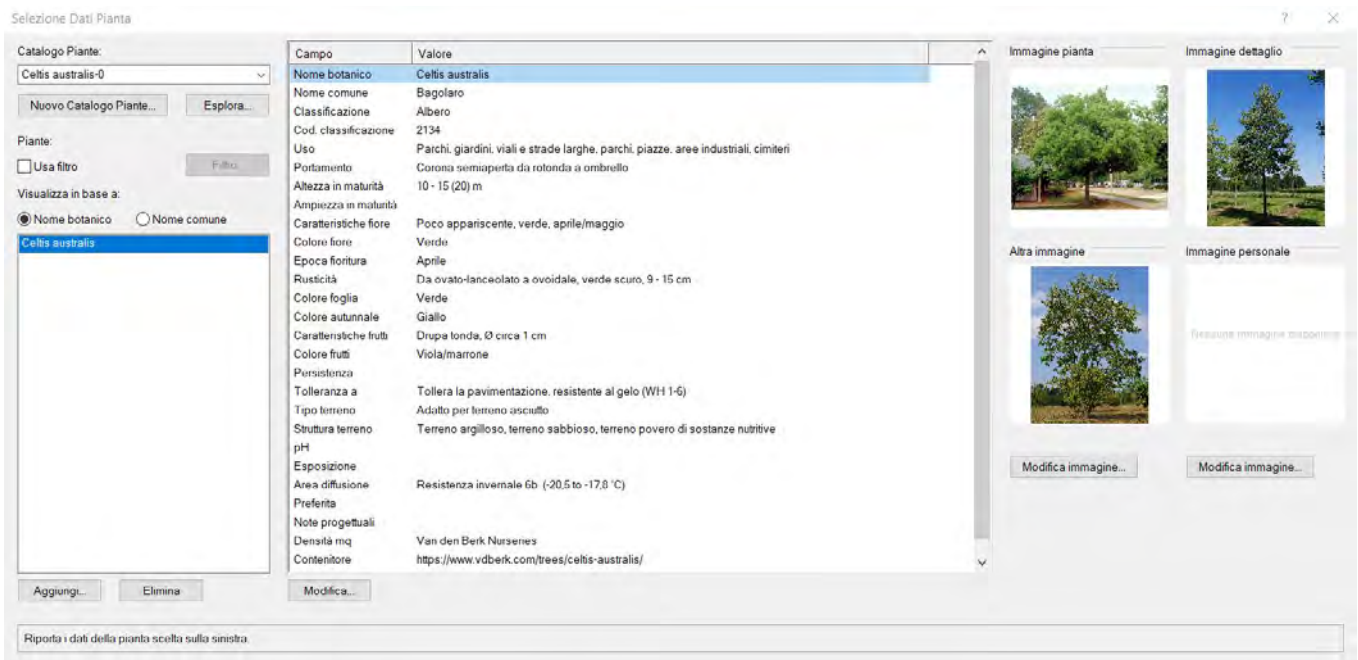
Sono stati predisposti gli stili per ogni tipologia di pianta presente nelle aree della sperimentazione, comprendente dati botanici, dimensione, modalità di impianto, aspetto grafico, informazioni associate.

A fronte di queste macrocategorie preimpostate, è possibile definire i parametri che riguardano i dati dimensionali in altezza, larghezza e spaziatura (nel caso di elementi in ripetizione) ed è possibile intervenire sull'aspetto grafico dell'oggetto bidimensionale e tridimensionale, oltre a personalizzare i pa-

rametri nel singolo oggetto-pianta⁶. Ogni elemento vegetale ha una sua forma di rappresentazione in doppia proiezione ortogonale dall'alto (vista pianta) e in proiezione assonometrica (vista 3d). In pianta, esso presenta una rappresentazione iconica con l'ingombro della chioma, la posizione del tronco e, a seconda della scelta del tipo di essenza, l'andamento dei rami. In assonometria, invece, esso assume una rappresentazione realistica (fig. 4).

Riguardo al catalogo delle piante, esso è impostato con una serie di campi predefiniti nel sistema comprendenti il nome botanico, il nome comune, la classificazione, il portamento, l'ampiezza, il tipo di terreno, l'esposizione, oltre a campi relativi ai fiori, ai frutti, alle foglie.

L'apparato grafico e l'apparato informativo sono stati programmati per ciascuna specie presente nelle aree indagate,



6/ *Apparato informativo predisposto per la specie del bagolaro (Celtis australis) con i dati botanici estratti dal catalogo di Van der Berk Nurseries e immagini fotografiche integrate (impostazioni in Nemetschek Vectorworks Landmark).*

definendo un catalogo specifico per ognuna secondo i criteri e i parametri di cui sopra.

L'apparato informativo comprendente i dati botanici è stato individuato a partire da cataloghi online presenti nell'applicativo e successivamente integrati, infatti i cataloghi delle piante sono resi disponibili da rivenditori di piante ampiamente noti⁷. Ai dati botanici sono state aggiunte le immagini fotografiche che incrementano il valore conoscitivo e informativo dell'elemento (figg. 5-6).

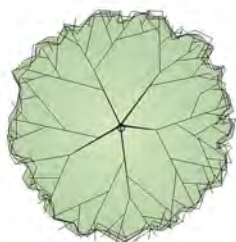
L'apparato grafico è stato predisposto a partire dall'oggetto-pianta preimpostato nell'applicativo avente la doppia forma di rappresentazione in pianta (iconica) e in assonometria (realistica), ma successivamente integrato dalle informazioni dimensionali per ciascuna architettura vegetale. In tal modo, ogni elemento della stessa specie mantiene informazioni bo-

taniche e aspetto grafico generale comuni, ma dimensioni specifiche individuali. Questo permette di avere una rappresentazione in planimetria precisa riguardante il singolo elemento e i rapporti reciproci all'interno dell'insieme raggruppato.

Alcuni parametri grafici sono personalizzabili, come la possibilità di rendere visibile o meno il tronco e i rami, il disegno più o meno accentuato del profilo della chioma, la presenza o l'assenza delle ombre, la presenza di alcune informazioni testuali accanto all'elemento grafico.

Questo aspetto permette una maggiore flessibilità e margini di autografia rispetto alla standardizzazione della rappresentazione digitale. Se da un lato, lo sviluppo delle tecnologie digitali ha promosso tutti quei processi di analisi e di conoscenza del patrimonio culturale, dall'altro ha comportato una uniformazione della rappresentazione, pertanto la possibilità

Aspetto geometrico-grafico



Elemento bidimensionale con geometria e grafica iconica



Elemento tridimensionale con geometria realistica

Aspetto informativo

Campo	Valore
Nome botanico	Celtis australis
Nome comune	Bagolaro
Classificazione	Albero
Cod. classificazione	2134
Uso	Parchi, giardini, viali e strade larghe, parchi, piazze, aree industriali, cimiteri
Portamento	Corona semiaperta da rotonda a ombrello
Altezza in maturità	10 - 15 (20) m
Ampiezza in maturità	
Caratteristiche fiore	Poco appariscente, verde, aprile/maggio
Colore fiore	Verde
Epoca fioritura	Aprile
Rusticità	Da ovato-lanceolato a ovoidale, verde scuro, 9 - 15 cm
Colore foglia	Verde
Colore autunnale	Giallo
Caratteristiche frutti	Drupa tonda, Ø circa 1 cm
Colore frutti	Viola/marrone
Persistenza	
Tolleranza a	Tollera la pavimentazione, resistente al gelo (WH 1-6)
Tipo terreno	Adatto per terreno asciutto
Struttura terreno	Terreno argilloso, terreno sabbioso, terreno povero di sostanze nutritive
pH	
Esposizione	
Area diffusione	Resistenza invernale 6b (-20,5 to -17,8 C)
Preferita	
Note progettuali	
Densità mq	Van den Berk Nurseries
Contenitore	https://www.vdberk.com/trees/celtis-australis/

7/ La rappresentazione delle architetture vegetali si esplica con un unico elemento che assume forma bidimensionale con geometria e grafica iconica, forma tridimensionale realistica e apparato descrittivo-informativo delle qualità e delle caratteristiche specifiche del medesimo.

di gestire e di modificare elementi, soprattutto nei modelli parametrici, favorisce un linguaggio composito e multiforme della Rappresentazione.

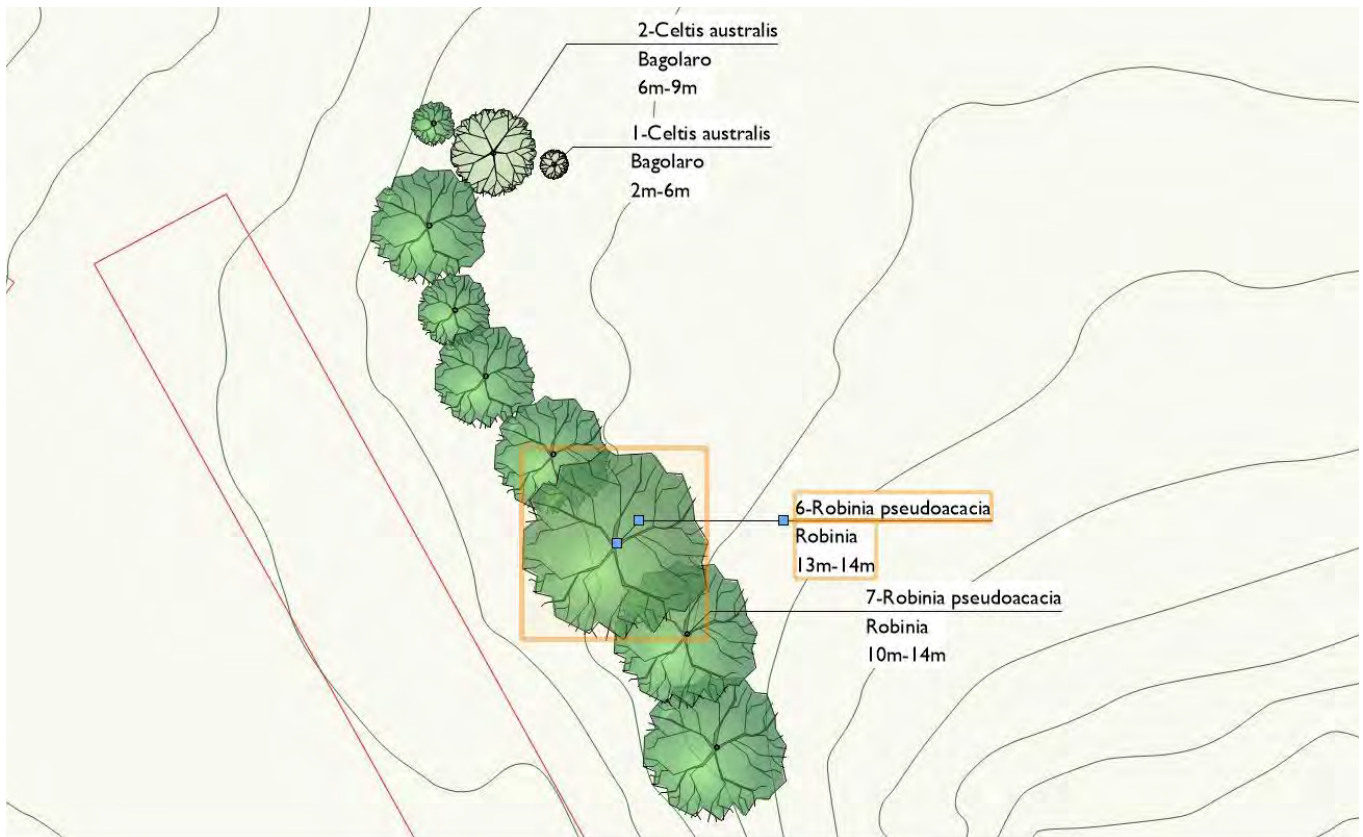
In questo sistema informativo la rappresentazione delle architetture vegetali si manifesta con un unico elemento che assume forma bidimensionale con geometria e grafica iconica, forma tridimensionale realistica e apparato descrittivo-informativo comprendente le qualità e le caratteristiche specifiche del medesimo (fig. 7).

Le figure 8 e 9 mostrano, in planimetria, la risultante della definizione degli apparati grafici e degli apparati informativi

delle architetture vegetali, in cui si nota l'attenzione rivolta verso di esse.

Le questioni manifestate da Moriconi⁸ e da Parrinello⁹, solo per citarne alcuni, riguardanti sovente la carenza espressiva dei segni grafici indicanti un generico verde e la mancanza di riferimenti botanici e morfologici integrativi, sono affrontate, in tal caso, con l'approfondimento di entrambi gli aspetti.

Vi è il superamento del semplice simbolo grafico con una texture, finalizzato al raggiungimento di una maggiore espressività e una migliore comunicazione, tramite la diversificazione delle trame grafiche, la quale non è semplicemente un fatto



8/ *Rappresentazione delle architetture vegetali dell'area 1. La diversificazione delle trame verdi assume valore di approfondimento conoscitivo dei segni grafici, poiché ad essi corrispondono significati morfologici e descrizioni botaniche diverse (elaborazione in Nemetschek Vectorworks Landmark).*

figurativo, bensì assume valore di approfondimento conoscitivo dei segni, poiché ad ogni segno diverso corrispondono significati morfologici e descrizioni botaniche diverse. Nei sistemi informativi la Rappresentazione si esplica come continua dialettica tra il linguaggio grafico e il linguaggio descrittivo-informativo.

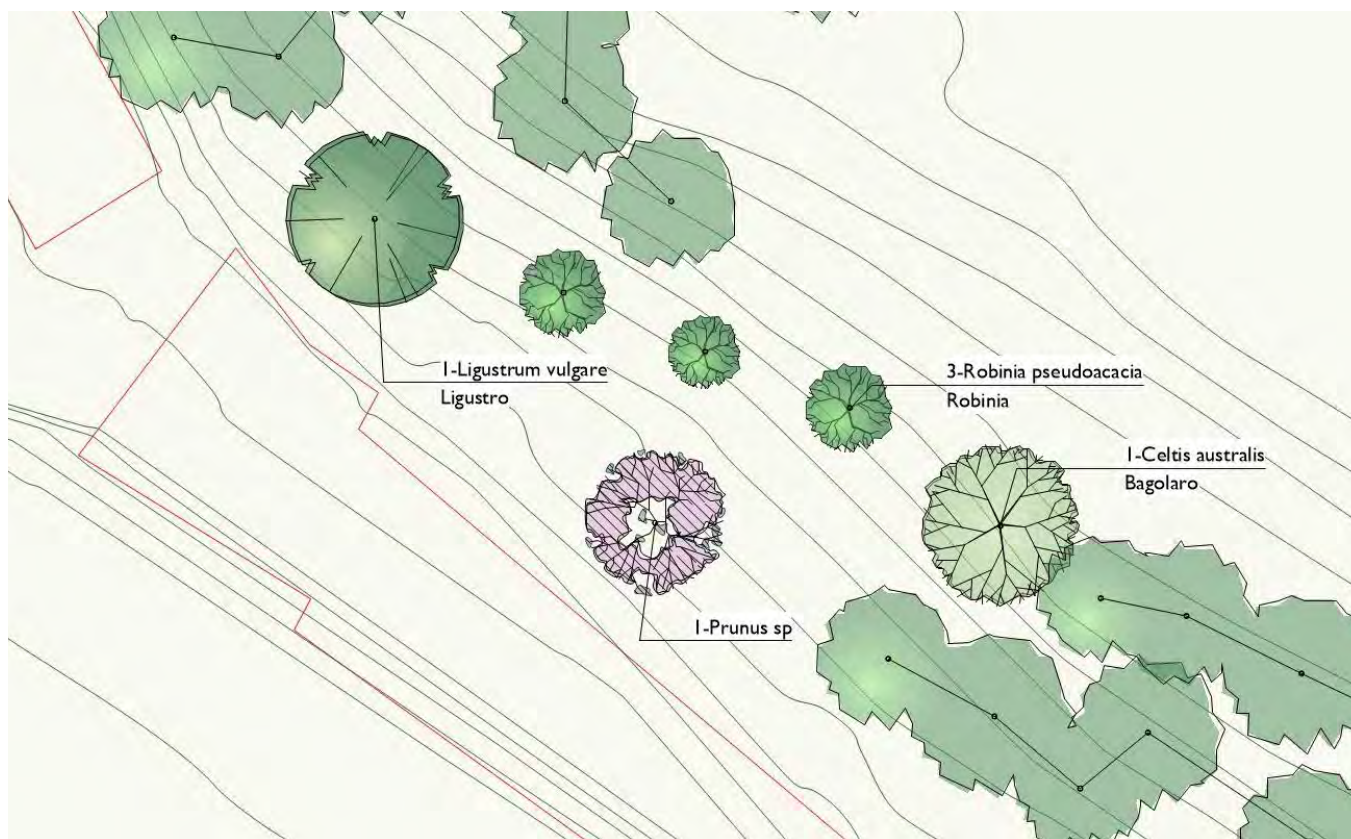
Altra questione è quella relativa alla terza dimensione, per cui se i sistemi contemporanei si stanno sempre più evolvendo e specializzando nell'affrontare la tridimensionalità, questo deve valere per l'intero contesto ambientale che ci circonda e non soltanto al manufatto edificato. A tal proposito, l'og-

getto-pianta, quale modello tridimensionale parametrico con accezione realistica, è un elemento che può far dirigere verso tale strada (figg. 10-11-12).

Questo favorisce la possibilità di lavorare e di operare all'interno di un unico spazio tridimensionale, navigabile, esplorabile e parametrico.

L'oggetto-pianta parametrico descrive la forma, le dimensioni, l'aspetto e anche le proprietà dell'architettura vegetale tramite la consultazione dei suoi parametri.

Mettendo a sistema, in un quadro sinottico, l'insieme multiforme riguardante la rappresentazione delle architetture ve-



9/ Rappresentazione delle architetture vegetali dell'area 2. Si nota un'attenzione verso l'espressività grafica e verso i riferimenti morfologici, botanici e descrittivi (elaborazione in Nemetschek Vectorworks Landmark).

getali sperimentate in ambiente di *Information Modeling*, si evince la possibilità di avere una molteplicità e una pluralità grafico-espressiva rispondente alla specifica essenza.

Questo aspetto è stato supportato e favorito da banche dati grafiche e cataloghi informativi predefiniti presenti nell'applicativo, sui quali si è anche intervenuto puntualmente ad integrazione e a completamento al fine di una rappresentazione maggiormente consapevole.

A tal proposito, infatti, si sottolinea il valore delle scelte consapevoli effettuate dall'operatore che dovrebbe incaricarsi di un ruolo attivo, al posto della casualità che ne deriva dagli automatismi digitali. Tali scelte sono possibili grazie alla co-

noscenza dell'oggetto di cui, di volta in volta, ci si sta occupando. Si desume, inoltre, la possibilità di avere una varietà nella definizione di più individui della medesima specie, assegnando i valori dimensionali di ciascuno in modo da avere la diversità del gruppo. L'apparato informativo contenente i dati botanici, invece, riguarda la specie vegetale nel suo complesso e non il singolo individuo arboreo¹⁰.

In generale, la Rappresentazione è poliedrica abbracciante tre macro ambiti, poiché coinvolge l'ambito figurativo-espressivo-comunicativo, l'ambito morfologico-dimensionale e l'ambito informativo-descrittivo-botanico, finalizzata, dunque, ad una conoscenza approfondita (figg. 13-14).



10/ Vista tridimensionale generale in cui si nota la variazione altimetrica e l'impianto della vegetazione.

11/ Vista tridimensionale delle architetture vegetali.

12/ Particolare delle architetture vegetali (elaborazione in Nemetschek Vectorworks Landmark).

Sara Colaceci

Aspetto geometrico-grafico



Oggetto parametrico / tridimensionale realistico



Oggetto parametrico / bidimensionale iconico

| 0 | | 10 m

Aspetto informativo

Dati dimensionali (in metri)

N.	1	2	3	1	1
L	2	6	11	10	12
H	6	9	11	9	12

Dati botanici

Nome botanico	<i>Celtis australis</i>	<i>Prunus sp.</i>	<i>Ligustrum lucidum</i>
Nome comune	Bagolaro	Albero	Ligustro
Classificazione	Albero	Albero	Albero
Uso	Parchi tematici, cimiteri, aree industriali, giardini, viali e strade larghe, parchi, piazze		Parchi tematici, cimiteri, zone costiere, giardini
Portamento	Corona semiaperta da rotonda a ombrello		Corona densa
Altezza in maturità	10-15 m		3-5 m
Caratteristiche fiore	Poco appariscente, verde, aprile-maggio		Bianco, giugno-luglio
Colore fiore	Verde		Bianco
Epoca fioritura	Aprile		Giugno-luglio
Rusticità	Da ovato-lanceolato a ovoidale, verde scuro, 9-15 cm		Verde
Colore foglia	Verde		Verde
Colore autunnale	Giallo		
Caratteristiche frutti	Drupa tonda, ca. 1 cm		Nero
Tolleranza a	Tollera la pavimentazione, resistente al gelo		Resistente al gelo
Tipo terreno	Adatto per terreno asciutto		
Struttura terreno	Terreno argilloso, terreno sabbioso, terreno povero di sostanze nutritive		Terreno argilloso, terreno sabbioso, terreno torboso
Esposizione			Adatto per l'ombra
Fonte	Van der Berk Nurseries		Van der Berk Nurseries

13/ Quadro sinottico della rappresentazione delle architetture vegetali in ambiente di Information Modeling.

Aspetto geometrico-grafico**Oggetto parametrico / tridimensionale realistico****Oggetto parametrico / bidimensionale iconico**

| 0 | | 10 m

Aspetto informativo**Dati dimensionali (in metri)**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
L	3	8	5	7	8	13	10	10	6	5	6
H	7	6	7	10	10	14	14	12	4	5	7

Dati botanici

Nome botanico	Robinia pseudoacacia
Nome comune	Robinia
Classificazione	Albero
Uso	Parchi tematici, cimiteri, aree industriali, grandi giardini, viali, strade larghe, parchi, frangivento
Portamento	Da ovale a rotondo, trasparente, corona semiaperta, crescita capricciosa
Altezza in maturità	20-25 m in rapida crescita
Caratteristiche fiore	Grappoli penduli fino a 15 cm, bianco crema, ca. 2 cm, aromatico, fiori profumati
Colore fiore	Bianco
Epoca fioritura	Giugno
Rusticità	Imparipennate, 20-30 cm, da 9 a 19 segmenti fogliari, 1,5-4,5 cm, foglia verde, piumata
Colore foglia	Verde
Colore autunnale	
Caratteristiche frutti	Baccello piatto, coriaceo, bruno rossastro, lungo 5-10 cm, rimane a lungo sull'albero
Tolleranza a	Tollera la pavimentazione, resistente al gelo
Tipo terreno	Adatto per terreno asciutto
Struttura terreno	Terreno argilloso, terreno sabbioso, terreno povero di sostanze nutritive
Esposizione	Amante della luce
Fonte	Van der Berk Nurseries

14/ Quadro sinottico della rappresentazione delle architetture vegetali in ambiente di Information Modeling.

Note

1 A tal proposito si veda il capitolo sullo stato dell'arte, in cui si descrive l'iniziativa di *buildingSMART International* che nel 2018 ha promosso il progetto internazionale “*IFC for Site, Landscape and Urban Planning*” (responsabile Jeffrey W. Ouellette) con una call (2019-aprile 2020) rivolta ad esperti (architetti del paesaggio, botanici, ingegneri, geometri, autorità governative) con lo scopo di “ampliare l'ambito dello schema IFC, nonché i flussi di lavoro standardizzati, affrontando il regno interstiziale tra l'edificio e il resto dell'ambiente costruito e natura”, poiché “vi è ancora una mancanza di conoscenza o applicazione di competenze nell'area del sito, del paesaggio e della progettazione urbana”. (<https://www.buildingsmart.org/ifc-for-site-landscape-and-urban-planning-call-for-participation/>). Consultato il 15 aprile 2020.

2 In *Nemetschek Vectorworks Landmark*, a partire da dati di origine riguardanti le isoipse è possibile generare una mesh corrispondente alla superficie del terreno tramite la funzione “Modella il terreno”. I parametri da definire riguardano: la rappresentazione 2d delle curve di livello e la rappresentazione 3d della mesh: in wireframe, ombreggiata, con curve a differente gradiente di colore dalla quota inferiore a quella più elevata.

3 Regione Lazio. Open Data (<http://dati.lazio.it/catalog/dataset/carta-tecnica-regionale-2002-2003-5k-roma>). Consultato il 27

febbraio 2020. Al momento in cui si scrive tale capitolo, il sito non è funzionante a causa dell'attacco hacker subito dai sistemi informatici della Regione Lazio il 30 luglio 2021.

4 A tal proposito, si veda il capitolo 4.

5 A differenza dei processi tradizionali di costruzione dei modelli tridimensionali che si basano sulla definizione delle geometrie volumetriche, la modellazione parametrica si basa sulla definizione di parametri per dare origine all'elemento. Intervendendo e modificando tali parametri si possono costruire varianti del medesimo elemento.

6 Gli oggetti parametrici sono definiti da una serie di parametri impostati in maniera identica per tutte le istanze degli oggetti presenti e da alcuni parametri impostati in maniera indipendente.

7 Il catalogo messo a disposizione dall'applicativo e usato per la compilazione dei dati botanici è il Van der Berk Nurseries. Il sito online chiarisce che si tratta di uno dei maggiori vivai in Europa (<https://www.vdberk.com/>). Consultato il 23 dicembre 2021.

8 Moriconi 1992, p. 160.

9 Parrinello 2012, p.386.

10 A tal proposito sono evidenti le differenze tra ambiente GIS e IM nella definizione degli apparati informativi riguardanti le architetture vegetali. In ambiente GIS gli attributi sono stati progettati integralmente, sia per la specie e sia per il singolo individuo vegetale. In ambiente di IM, il sistema presenta già di default attributi informativi predefiniti basandosi su cataloghi online di rivenditori noti.

*"Le conquiste delle arti
sono conquiste di nuovi punti di vista sulla realtà
ed in questo senso
modifica delle nostre strutture percettive del mondo
come articolazione sempre più complessa,
come quadro sempre più ampio".*

*Vittorio Gregotti
Il territorio dell'architettura. Milano: Universale Economica
Feltrinelli, p. 64.*

Conclusioni

Alla luce della ricerca svolta è possibile trarre quattro ordini di considerazioni. Per tali ragioni, si condurrà il presente scritto come un'elencazione di questioni, talvolta ancora aperte, sulla rappresentazione del paesaggio.

Metodo

Il primo ordine di considerazioni riguarda il sottolineare l'importanza del metodo e dei criteri di lettura dei contesti ambientali per una corretta, efficace e consapevole rappresentazione del paesaggio.

Non si può rappresentare un paesaggio se non si conosce come quel paesaggio si è originato, quali sono le sue forme territoriali fisiche, come l'uomo se ne è impossessato e come lo ha usato e modificato nel corso del tempo. Per tali ragioni, durante la ricerca, sono stati definiti dei criteri di lettura per l'analisi e la rappresentazione del paesaggio (cfr. capitolo 3).

Ponendo al centro il sistema storico-ambientale, ossia l'insieme delle relazioni che intercorrono tra gli aspetti fisico-naturalistici e gli aspetti antropici, i criteri che si è tentato di seguire riguardano:

- una Rappresentazione del paesaggio che sviluppa la lettura proprio tramite l'individuazione dei fattori fisici e dei fattori antropici che sono analizzati nella loro reciproca influenza e correlazione.

Questo vuol dire dare valore ad una rappresentazione che deve saper cogliere e comunicare il significato di un paesaggio, quale costruito dell'Uomo e della Natura.

- una Rappresentazione del paesaggio che considera l'aspetto inter- e multiscale, proprietà intrinseca della dimensione paesaggistica.

Questo vuol dire individuare e leggere i segni, naturali e antropici, nella loro interezza e nella loro continuità nel fondo

territoriale, affinché possa essere valido un qualsiasi ragionamento sul rapporto tra antropizzazione e paesaggio. Ogni componente deve essere stimata nell'insieme totale di cui fa parte o, per meglio dire, nel sistema di cui è parte integrante. Poiché esiste sempre un contesto più ampio entro il quale ogni elemento si inserisce, individuare la relazione che intercorre tra esso e il contesto è basilare per comprendere, leggere e rappresentare adeguatamente entrambi.

- una Rappresentazione del paesaggio che si fonda sulla lettura sintetica dei caratteri strutturali, ossia quelli che strutturano, ordinano e qualificano lo spazio territoriale, poiché permettono di stabilire le relazioni paesaggistiche, ovvero i caratteri propri del paesaggio.

Questo vuol dire identificare e rappresentare i segni portanti della struttura organizzativa spaziale. Sovente, essi hanno un legame con la genesi dei luoghi, quindi indirizzare l'indagine muovendosi nello spazio e nel tempo e sondando la materia di cui essi si compongono è parte integrante del processo di rappresentazione dei contesti in cui viviamo.

Questi ragionamenti e concetti sono stati i costrutti teorici dai quali è stata avviata la ricerca, pertanto si ritiene che essi siano anche le fondamenta per una valida e competente rappresentazione del paesaggio¹.

Una menzione merita il tema dell'interdisciplinarietà. La ricerca testimonia, infatti, l'importanza dell'approccio interdisciplinare finalizzato ad uno svolgimento esaustivo delle tematiche affrontate e, soprattutto, ad una rappresentazione maggiormente consapevole².

Benché la ricerca proposta attenga al settore scientifico disciplinare ICAR 17-Disegno, rivolto alla rappresentazione dell'architettura e dell'ambiente, poiché supportata da analisi, da metodologie e da strumenti aderenti a tal settore, alcune conoscenze e alcune competenze appartenenti all'architettura del paesaggio e alla scienza botanica sono state prese a sostegno al fine di una rappresentazione consapevole del paesaggio.

Disegno

Il secondo ordine di considerazioni pone in evidenza il ruolo del Disegno analogico.

In linea con lo spirito del tempo, fermo restando l'importanza dello sviluppo delle tecnologie digitali e il contributo che l'evoluzione dei sistemi contemporanei stanno apportando alle discipline che si occupano di Architettura, i quali integrano strumenti e modelli di natura diversa, si vuole ribadire la potenza del saper ragionare tramite e con il disegno analogico. Se da un lato emerge la complessità insita all'interno dei processi afferenti al digitale, dall'altro lato spicca la sintesi distintiva dell'analogico.

Estemporaneo ed immediato, il Disegno analogico è strumento di sintesi del pensiero. Tale considerazione non vuole essere una rievocazione romantica, ma vuole riaffermare e confermare il valore di linguaggio grafico e di atto espressivo applicato al processo della conoscenza.

Nell'ambito di questa trattazione, si vuole evidenziare la capacità del Disegno, e dell'operazione intellettuale che vi è dietro, di sintetizzare la realtà fenomenica in segni grafici che hanno un valore di linguaggio espressivo e comunicativo.

L'operazione di riconoscimento delle componenti e degli elementi formali costituenti la realtà fisica si pone come processualità che procede dall'intelletto al foglio di carta, e viceversa in una dinamica reiterativa, in cui il Disegno si fa portatore di contenuti teorici e di valenze figurative³.

“Una rappresentazione critica dell'esistente che sfrutti appieno le capacità discretizzanti della linea grafica rimane da sempre uno dei più potenti strumenti morfogenetici nelle mani dell'architetto, la cui personale interpretazione della realtà costruita, trasposta in forma grafico-bidimensionale, diviene immediatamente spunto progettuale e punto di partenza di un produttivo processo configurativo”⁴.

La capacità e la forza del Disegno di consentire la rappresentazione di un luogo non attengono meramente ad una registrazione grafica, bensì attengono a quel processo creativo-intellettuale proprio dell'azione “disegnare”, quale atto che tiene insieme percezione, comprensione, conoscenza, memoria.

È un processo teso a sviluppare un'azione creativa che trae origine dalla realtà e seleziona alcuni elementi piuttosto che altri secondo l'interpretazione di colui che disegna che, nel nostro caso, è un architetto.

La rappresentazione della realtà, che non è mai oggettiva bensì interpretativa secondo il *background* di colui che disegna, è finalizzata alla conoscenza, perseguita con il Disegno grazie alla sua capacità di sintesi e di discretizzazione⁵. Allora esso si fa carico di un'intenzionalità, ossia di una comunicazione. Se la città contemporanea è costituita da sovrapposizioni temporali e stratificazioni storiche, allora dobbiamo essere in grado di sbrogliare la complessità della realtà, ridisegnandola, attraverso la separazione delle tracce, più o meno labili, affinché sia possibile comprenderle e giudicarle⁶. Si instaura una dialettica tra i segni appartenenti all'insieme urbano e geografico dei nostri contesti e ai segni grafici, che devono rendere manifeste le relazioni che sottintendono la totalità di un luogo⁷.

Nel corso della ricerca è stato naturale usare “il disegno a mano” per comprendere l'organizzazione spaziale, per cogliere le forme del paesaggio naturale e antropico, per indagare la genesi fisica, per analizzare le componenti artificiali e vegetali. La sintesi aiuta a capire l'articolazione della realtà e le stratificazioni di un luogo, selezionando parti dal contesto. In questa operazione c'è la lettura dell'esistente, il riconoscimento delle tracce ordinatrici dello spazio conformato, l'individuazione dei caratteri strutturali naturali e antropici ma anche l'apporto individuale che sostiene l'atto figurativo, il quale è un atto di comprensione nel momento in cui si svolge. In tal senso il Disegno è inteso “come *tékhnē*, ovvero non solo come tecnica, ma secondo l'etimo greco, come una modalità del sapere”⁸.

Assumendo la complessità del paesaggio, la risposta che l'architetto è chiamato a dare circa le modalità della sua rappresentazione deve essere comprensiva di tecniche tradizionali analogiche e strumenti digitali contemporanei, in modo tale da assolvere opportunamente le fasi della documentazione, della conoscenza, del progetto, della valorizzazione, con un richiamo verso la multiscalarità, caratteristica propria della dimensione paesaggistica⁹.

Espressività

Il terzo ordine di considerazioni rivolge l'attenzione al concetto di espressività, intesa come la capacità di un segno grafico di comunicare il significato di cui si fa portatore. Sorvo-

lando, per il momento, sul discorso relativo all'informazione e alla gestione dei dati per la documentazione e per la conoscenza, di cui si tratterà in seguito, tale considerazione mira al significato che, potenzialmente, ciascun segno è in grado di esprimere.

Il disegno si afferma in un duplice significato, come atto di conoscenza e come atto di costruzione, quindi all'interno del processo di costruzione intellettuale, è necessario spingersi al valore massimo di comunicazione espressiva che un segno grafico può raggiungere¹⁰.

Nella conduzione della ricerca, uno degli obiettivi è stato la volontà di estrapolare un valore espressivo-comunicativo dai sistemi informativi, ossia la possibilità di aumentare gli aspetti di "rappresentabilità" al loro interno.

Tale intento non è inteso per ottenere meramente uno specifico *output* grafico, bensì come opportunità di lavorare su un linguaggio figurativo anche in sistemi digitali il cui fulcro è l'informazione.

Il concetto di espressività di un segno grafico nella rappresentazione del paesaggio attiene alla capacità di quel segno (che nella fattispecie può essere un elemento idrico, un elemento naturale fisico, una percorrenza antropica, un volume costruito, una porzione verde) di far capire la sua genesi, la struttura territoriale, l'organizzazione spaziale, il legame che esso stabilisce con gli altri segni riferiti ad altre componenti. La dialettica tra il linguaggio espressivo della rappresentazione e gli aspetti più propriamente tecnico-metodologici è finalizzata alla narrazione, alla descrizione e alla comunicazione consapevole dei contesti in cui viviamo.

Altro aspetto attinente all'espressività è quello relativo all'automatismo. È d'obbligo ragionare, infatti, sul grado di automatismo dei processi digitali all'interno dei sistemi informativi. Alcuni processi presentano margini di personalizzazione, pertanto tale condizione ammette una maggiore elasticità, flessibilità e margini di autografia rispetto alla standardizzazione della rappresentazione digitale.

Se da un lato, lo sviluppo delle tecnologie digitali ha promosso tutti quei processi di analisi e di conoscenza del patrimonio culturale, dall'altro ha comportato una uniformazione della rappresentazione, pertanto la possibilità di gestire e di modificare elementi favorisce un linguaggio composito e multiforme della Rappresentazione. È necessario individuare modalità che superino le generalizzate convenzioni grafiche

digitali, a favore di una maggiore autografia, che garantisce espressività e consapevolezza.

È doveroso interrogarsi sulle questioni inerenti alle modalità di elaborazione, costruzione, visualizzazione e figurazione all'interno dei sistemi informativi, per evitare che diventino semplicemente un mezzo strumentale per visualizzare dati eterogenei, così come per evitare che l'operatore diventi un tecnico capace soltanto di inserire dati nel *database*.

Sistemi informativi

Il quarto ordine di considerazioni concerne gli esiti delle sperimentazioni riguardanti la rappresentazione del paesaggio in relazione ai sistemi informativi e il confronto tra le esperienze condotte in ambienti digitali informativi differenti.

Una prima notazione riguarda le caratteristiche dello spazio virtuale in ambiente GIS e in ambiente di *Information Modeling*.

In GIS è possibile operare in uno spazio virtuale che rivolge un'attenzione diretta e "concreta" ai contesti urbani e territoriali poiché provvisto di molteplici *basemap* che fungono da riferimento spaziale del mondo reale. Per tale motivo, colui che opera non è di fronte ad uno spazio digitale "assoluto e vuoto", come comunemente avviene negli applicativi CAD, bensì uno spazio che rimanda alla realtà costituita. Questo agevola la propensione di tale ambiente per la piccola scala, per lo spazio territoriali e per gli spazi urbani piuttosto che per lo spazio architettonico. Inoltre, l'opportunità di operare in ambiente georeferenziato consente per ogni punto di stabilire le coordinate geografiche.

Per tali motivi i risultati raggiunti nella sperimentazione alla scala antropogeografica sono stati soddisfacenti. È stato possibile, infatti, rappresentare l'area romana e la sua struttura territoriale, tramite la sovrapposizione di dati vettoriali e dati raster riguardanti la componente idrica, la componente morfologica e le infrastrutture lineari viarie.

La possibilità di integrare dati di formato differente, di importare gli *open data* della CTR all'interno del GIS, di sovrapporre elementi geometrici vettoriali relativi alle componenti antropiche con le mappe di base o con il modello digitale del terreno *Hillshade*, l'opportunità di costruire il DEM hanno favorito sia la comprensione, la valutazione e l'analisi, e

sia la rappresentazione dell'assetto spaziale territoriale, con buon connubio tra aspetto bidimensionale e tridimensionale. Similmente, i risultati raggiunti nella sperimentazione inerente alla Valle della Caffarella sono stati soddisfacenti, poiché è stato possibile rappresentare l'area tramite una mappatura delle componenti, in particolare quella vegetazionale e condurre indagini finalizzate alla documentazione e alla conoscenza della medesima. A tal proposito, infatti, è stato possibile comprendere e rappresentare il rapporto tra la componente vegetazionale e la topografia grazie alla mappatura botanica sovrapposta al modello del terreno.

In ambiente di *Information Modeling*, invece, si ha uno spazio virtuale "assoluto e vuoto" il quale, d'altro canto, ha il grande vantaggio e la grande potenzialità di consentire di operare con modelli tridimensionali costituiti da oggetti parametrici. Sebbene non ci sia l'attenzione alla realtà costituita come in GIS, permette tutte le opportunità di poter lavorare con la modellazione parametrica e l'attenzione al dettaglio architettonico.

La sperimentazione in ambiente GIS ha attestato due aspetti innovativi sui quali si possono aprire scenari futuri di ricerca: la possibilità di integrare e di poter gestire modelli numerici per punti (nuvola di punti) e la possibilità di modellazione tridimensionale (cfr. capitolo 4).

Il primo aspetto conduce a un flusso di lavoro coerente tra dati acquisiti e dati elaborati, alla possibilità di visualizzare, di valutare e di classificare la nuvola di punti secondo le componenti naturali e antropiche con processi automatici e manuali, alla possibilità di costruzione di superfici del terreno (DEM e TIN) direttamente dall'elaborazione dei dati del suolo appartenenti alla nuvola di punti.

Il secondo aspetto ha evidenziato un flusso di lavoro agevole dall'importazione della nuvola di punti, all'uso dei dati metrici, alla costruzione dei volumi tridimensionali.

Ha mostrato il vantaggio di avere un modello 3d navigabile, georeferenziato e associato alla mappa, che consente valutazioni sulla relazione spaziale urbana tra il volume costruito e la città. Ha mostrato, inoltre, la prerogativa di poter assegnare ad ogni elemento geometrico tridimensionale degli attributi informativi tramite i quali interrogare il modello. La criticità, tuttavia, che ancora rimane riguarda la modellazione di volu-

mi dalla geometria semplificata, senza l'introduzione di maggior dettaglio architettonico. Sebbene recentemente siano state apportate migliorie riguardo la possibilità di intervenire sull'aspetto grafico e di gestione dell'ambito tridimensionale e di modellazione 3d si evidenziano ancora delle rigidità, come l'estrazione delle sezioni sulle quali (e con le quali) sia possibile operare e non soltanto visualizzabili e navigabili.

Una ulteriore notazione afferisce alla rappresentazione della superficie del terreno, e alle tipologie di modelli che si possono ottenere in ambiente GIS e di *Information Modeling* (cfr. capitolo 5).

Il GIS consente un facile controllo di una grande quantità di dati territoriali e la costruzione e la gestione di differenti superfici con formato diverso che descrivono la superficie terrestre (DEM, TIN, isopse).

Sebbene i DEM costruiti nel corso delle sperimentazioni abbiano avuto una qualità e una discretizzazione migliore rispetto al TIN nella rappresentazione dell'andamento orografico, la criticità riguarda il fatto di non essere una entità geometrica vettoriale su cui operare, poiché formato *raster grid*.

Il TIN, invece, sebbene abbia una struttura di dati per punti e triangoli e non *raster grid* come i DEM, ha avuto un risultato poco soddisfacente, causato da una decimazione eccessiva della nuvola di punti relativa al suolo in fase di elaborazione digitale. Questo è stato procurato dal calcolo computazionale, che ha comportato una rappresentazione della superficie del terreno eccessivamente semplificata.

Le isopse sono state utili e hanno fornito un medesimo risultato in tutti gli ambienti digitali sperimentati, ossia hanno consentito di rappresentare e discretizzare il terreno tramite polilinee nello spazio. Discretizzando il terreno tramite polilinee individuanti punti della nuvola appartenenti alla stessa quota, è stato possibile visualizzare, comprendere e rappresentare la morfologia dell'area senza criticità derivate. Tale passaggio, inoltre, è stato basilare per poter costruire il DTM in ambiente di IM.

La costruzione del DTM in ambiente di *Information Modeling* è stata il risultato che ha prodotto maggiore qualità nella discretizzazione, maggior qualità nella rappresentazione della variazione topografica, senza criticità, con la possibilità di differenti visualizzazioni e con la possibilità di intervenire sul

medesimo per eventuali modifiche, sia geometriche che grafiche, mentre nei prodotti GIS non è stato possibile intervenire a posteriori dopo il processo di elaborazione.

Allo stato attuale, è possibile affermare che, a fronte di uguali dati di origine, il modello del terreno con maggiore qualità nella rappresentazione (geometrica e grafica) è il DTM elaborato in ambiente di *Information Modeling*.

Relativamente alla rappresentazione della vegetazione occorre confrontare i risultati dell'apparato grafico e dell'apparato informativo nei due ambienti digitali sperimentati (cfr. capitolo 4, cfr. capitolo 5).

In ambiente GIS, per la sua natura, ogni elemento indicante l'essenza arborea è una entità geometrica, simbolica e vettoriale puntuale. Esso può assumere conformazione tridimensionale semplice e realistica. Si rileva che esso è unico e comune, dal punto di vista grafico-geometrico, a tutti gli elementi vettoriali della specie elaborata. La criticità rilevata è che non è possibile differenziare gli individui vegetali appartenenti ad una medesima specie botanica.

Riguardo gli attributi informativi, si nota la grande potenzialità nell'assegnazione degli apparati descrittivi, testuali e numerici, i quali sono conferiti direttamente dall'operatore a cui si richiede, di conseguenza, capacità critica e competenza. In ambiente di *Information Modeling*, invece, la presenza di oggetti-pianta parametrici cambia completamente il paradigma concettuale e lo schema operativo nella definizione della vegetazione. Ogni specie è identificata da un oggetto predefinito nelle risorse dell'applicativo che assume forma in doppia proiezione ortogonale dall'alto (vista pianta) con una geometria e grafica iconica, assume forma tridimensionale in assonometria con geometria realistica e possiede un apparato descrittivo-informativo concernente le qualità e le caratteristiche specifiche del medesimo.

In pianta, esso presenta una rappresentazione iconica con l'ingombro della chioma, la posizione del tronco e, a seconda della scelta del tipo di essenza, l'andamento dei rami. In assonometria, invece, esso assume una rappresentazione realistica. Si evidenzia la possibilità di intervenire sull'aspetto geometrico, dimensionale e grafico per differenziare gli individui di una specie. Alcuni parametri grafici sono personalizzabili, come la possibilità di rendere visibile o meno il tronco e i

rami, il disegno più o meno accentuato del profilo della chioma, la presenza o l'assenza delle ombre, la presenza di alcune informazioni testuali accanto all'elemento grafico.

Questo aspetto permette una maggiore flessibilità e margini di autografia rispetto alla standardizzazione della rappresentazione digitale.

Riguardo l'apparato informativo, si rileva una grande attenzione a tale aspetto grazie ai cataloghi botanici presenti nelle risorse dell'applicativo, resi disponibili da rivenditori di piante ampiamente noti.

L'oggetto-pianta parametrico, dunque, descrive la forma, le dimensioni, l'aspetto e anche le proprietà dell'architettura vegetale tramite la consultazione dei suoi parametri e dei suoi attributi informativi.

Tale sperimentazione ha portato risultati soddisfacenti in relazione ai presupposti dichiarati riguardanti la questione della rappresentazione delle architetture vegetali, la quale sovente presenta carenza espressiva e mancanza di riferimenti botanici e morfologici.

La sperimentazione mostra che tali questioni sono fronteggiate con l'approfondimento dell'apparato grafico e l'apparato informativo.

Vi è il superamento del semplice simbolo grafico con una texture, finalizzato al raggiungimento di una maggiore espressività e una migliore comunicazione, tramite la diversificazione delle trame grafiche, la quale non è semplicemente un fatto figurativo, bensì assume valore di approfondimento conoscitivo dei segni, poiché ad ogni segno diverso corrispondono significati morfologici e descrizioni botaniche diverse.

Nei sistemi informativi la Rappresentazione si esplica come continua dialettica tra il linguaggio grafico e il linguaggio descrittivo-informativo.

In generale, la Rappresentazione è poliedrica abbracciante tre macro ambiti, poiché coinvolge l'ambito figurativo-espressivo-comunicativo, l'ambito morfologico-dimensionale e l'ambito informativo-descrittivo-botanico, finalizzata, dunque, ad una conoscenza approfondita.

Il tema dei sistemi informativi è strettamente legato alla realtà contemporanea e al modo in cui sono gestite le informazioni che la riguardano. Se da una parte, si hanno una maggiore complessità dei dati e una eterogenea articolazione dei mede-

simi, dall'altra, occorrono dei sistemi in grado di governare e di supportare i processi di analisi e di conoscenza dei fenomeni reali, nella fattispecie quelli riguardanti l'architettura e i contesti in cui essa si inserisce.

A tal proposito, si sottolinea quanto sia opportuno che le discipline che si occupano di Architettura debbano sempre più considerare il manufatto come parte integrante di un ambito più vasto, ossia quello dei contesti ambientali e paesaggistici, poiché esso non può essere scisso dal contesto¹¹.

Le crescenti articolazioni e molteplicità dei fenomeni relativi all'architettura e i contesti ambientali pretendono sempre più una descrizione integrata della realtà, la quale implica più saperi, coinvolge più discipline, si orienta a fruitori compositi ed usa mezzi e strumenti digitali per l'elaborazione e la comunicazione delle informazioni.

Considerato che l'insieme di tali dinamiche e soprattutto la condivisione dell'Informazione si basano sulla veicolazione grafica, il settore del Disegno è chiamato a svolgere un ruolo attivo e critico all'interno di tali processi.

Strutturare e organizzare i molteplici aspetti che contraddistinguono la realtà conduce a delle descrizioni maggiormente esaustive. Attraverso l'integrazione degli apparati descrittivi-informativi con gli apparati grafici, strutturati per tematiche e con differenti gradi di approfondimento, a seconda dell'obiettivo dell'indagine, la rappresentazione diviene più consapevole. È indispensabile, dunque, organizzare le conoscenze e le competenze multidisciplinari e multidimensionali che permettono tali passaggi metodologici.

L'uso dei modelli informatizzati all'interno di sistemi in grado di gestire la complessità dei dati favorisce tutti i processi di analisi del patrimonio culturale. A tal proposito, si sottolinea il valore del processo di documentazione e di conoscenza, nel quale la Rappresentazione non sia usata soltanto come funzione per la conoscenza, ma anche come strumento per la diffusione della conoscenza.

La costruzione di modelli informatizzati è complessa sotto l'aspetto della trasposizione geometrica, della discretizzazione, dell'assegnazione degli attributi informativi. La digitalizzazione ci rende consapevoli del fatto che, pur avendo a disposizione molte tecnologie, ci rendiamo conto di quante informazioni ci mancano, quindi per riuscire ad elaborare adeguati modelli informatizzati dobbiamo imparare a gestire dei processi che sono più complessi del semplice trinomio

“pianta-prospetto-sezione”. Alla rappresentazione è richiesto non soltanto di descrivere la realtà in forma grafica, ma che sia capace di rinviare all'insieme di informazioni multidimensionali che siano in grado di cogliere il complesso di relazioni dei contesti in cui viviamo¹².

Attualmente stiamo vivendo un ripensamento dei sistemi che governano la realtà. L'obiettivo, ambizioso, è quello di usufruire di un unico modello digitale informatizzato, il quale metta in relazione il sistema naturale a quello antropico.

Stiamo percorrendo la direzione in cui si ammette: il superamento del semplice concetto di modello tridimensionale; l'integrazione di informazioni multiformi appartenenti a discipline diverse; il *database* in grado di supportare, gestire, organizzare e visualizzare dati; il modello navigabile, visualizzabile sotto differenti forme, interrogabile grazie agli attributi informativi.

Gli scenari futuri generali della ricerca puntano ad aggiungere un ulteriore tassello, ossia la conformazione di unico sistema informativo in cui il modello informatizzato sia in grado di sostenere convenientemente sia l'ambito architettonico che quello urbano-territoriale.

Sebbene dal punto di vista tecnico, il “ponte tra GIS e BIM” sia stato annunciato come in fase di compimento dalle *software house Autodesk* ed *ESRI* c'è ancora molto da definire e da sperimentare. L'integrazione tra BIM e GIS è ancora affrontata tramite questioni di interoperabilità e come importazione di un modello BIM (elaborato in *Autodesk Revit*) in ambiente GIS (elaborato in *ESRI ArcGIS Pro*). Sembra, inoltre, che gli ambiti siano prettamente quelli delle infrastrutture e dell'edilizia, in un'ottica di migliorare l'efficienza del mondo delle costruzioni.

C'è ancora molto da compiere, sia in termini operativi ma soprattutto culturali, per arrivare ad un unico sistema informativo che riesca a sostenere l'insieme della complessità del mondo reale. Si tratta, dunque, di un campo di ricerca aperto. La presente ricerca, incentrata sulla rappresentazione del paesaggio, può trovare degli sviluppi futuri su tali tematiche che coinvolgono i sistemi informativi mantenendo, beninteso, il fulcro sulle questioni sottolineate nel presente scritto: il Metodo, il Disegno, l'Espressività.

Note

- 1 A tal proposito si vedano gli studi della professoressa Vittoria Calzolari sulla definizione del sistema storico-ambientale. Cfr. Calzolari 1999, pp. 49-64. Calzolari 2000, pp. 56-58. Calzolari 2003, (https://o2.architettiroma.it/monitor/d/didatticaurbana/calzolari_permanenza_e_fragilita.html). Consultato il 02 giugno 2021.
- 2 “Cosa significa studiare il paesaggio? Il solo fatto di poterlo studiare, se consideriamo le molteplici accezioni di questo verbo, ci condurrebbe a poterlo: scrutare, considerare, esaminare, leggere, pensare, preparare, ricercare e, volendone anche considerare l’etimologia latina, desiderare! Azioni queste che certamente si attagliano meglio ad ambiti per così dire culturali”. Giordano 2008, p. 241.
- 3 Salerno 1992, pp. 144-158.
- 4 Quici 2004, p. 158.
- 5 In merito, Fabio Bianconi scrive che “la rappresentazione del paesaggio è stata, attraverso i secoli, uno strumento di analisi conoscitiva, sempre segnata da una chiara interpretazione personale, in un’intima unione tra arte e scienza, capace di trasmettere il carattere intrinseco, spesso decisamente complesso, del paesaggio”. Bianconi 2008, p. 58.
- 6 Anselmi 1995, pp. 10-27.
- 7 A tal riguardo, Bernardo Secchi scrive che “il segno cerca di intrattenere con l’oggetto un rapporto di somiglianza e di allusione, di farsi traccia, sintomo e presagio di ciò che nel disegno non può essere riferito ma ciò nondimeno si vuole sia presente all’immaginazione della città e del territorio possibile”. Secchi 1986, p. 19.
- 8 Salerno 1992, p. 144.
- 9 Giordano 2008, pp. 241-246.
- 10 A tal proposito, Francesco Moschini annota che “la centralità del disegno è nel suo essere lo strumento della rappresentazione in un duplice significato, in quanto momento della conoscenza, e dunque adeguazione dell’idea alla cosa, e in quanto costruzione, e costruzione creativa, capace di modificare la percezione passiva del reale rapportandola nell’ambito di una edificazione teorico-pratica, in alcuni casi, anche fortemente ideologica”. Moschini 1989, p. 27.
- 11 In merito alle connessioni tra città e territorio, tra passato e futuro, Andrea Zerbi scrive “lo scenario fisico della città rappresenta un filo ininterrotto che collega il passato al presente e questo e un futuro ancora non scritto, ma che in qualche modo deve essere preordinato. L’insediamento urbano rende infatti durevole il segno lasciato sul territorio da una determinata società in un determinato periodo storico e lo tramanda alle epoche successive, condizionando il modo di vivere di intere generazioni”. Zerbi, Bruno 2015, pp. 879-880.
- 12 A riguardo, Fabio Quici scrive che “anche alle rappresentazioni cartografiche è richiesto non più di fissare dei dati in forma di figurazione o tracciato, ma piuttosto di farsi operazione capace di rinviare a un complesso di informazioni *n*-dimensionali in grado di cogliere la trama delle relazioni multiple e integrate che emergono da una complessa organizzazione di registrazione di dati che contempla una rilevazione fisica ravvicinata ed una più pertinente alle potenzialità delle moderne tecnologie digitali”. Quici 2004, p. 188.

*"L'intuizione dell'esistenza di un incessante trasformarsi
dell'impronta orografica sotto l'azione dell'uomo
non potrebbe darsi senza il riferimento
ad una condizione primaria
dalla quale ha preso le mosse la catena delle modificazioni".*

Franco Purini

Un paese senza paesaggio. Casabella, 575-576, p. 40.

Appendice

Cronologia della normativa nazionale ed internazionale relativa alla tutela del paesaggio e al suo significato semantico

<i>Anno</i>	<i>Documento</i>	<i>Luogo</i>	<i>Ente</i>	<i>Vigenza</i>
1922	<i>Legge 11 giugno 1922, n. 778 Per la tutela delle bellezze naturali e degli immobili di particolare interesse storico (Benedetto Croce)</i>	<i>Italia</i>	<i>Ministero dell'Istruzione Pubblica</i>	<i>Nazionale</i>

- Prima legge che tutela il paesaggio con norme simili a quelle del patrimonio monumentale.
- Riferimento alla bellezza: accezione estetica del paesaggio.
- Riferimento al panorama: accezione visiva del paesaggio¹.

1. "Art. 1: Sono dichiarate soggette a speciale protezione le cose immobili la cui conservazione presenta un notevole interesse pubblico a causa della loro bellezza naturale o della loro particolare relazione con la storia civile e letteraria. Sono protette altresì dalla presente legge le bellezze panoramiche".

1939	<i>Legge 29 giugno 1939, n. 1497 (Bottai) Protezione delle bellezze naturali</i>	<i>Italia</i>	<i>Ministero dell'Istruzione Pubblica</i>	<i>Nazionale</i>
------	--	---------------	---	------------------

- Riferimento alla bellezza: accezione estetica del paesaggio.
- Riferimento al panorama e ai punti di vista: accezione visiva del paesaggio.
- Il panorama è paragonato a un quadro naturale: accezione artistica del paesaggio.
- Riferimento al godimento e allo spettacolo: accezione sentimentale del paesaggio.
- Conseguentemente la tutela paesaggistica è riconosciuta a porzioni eccellenti di territorio sottoposte a un controllo speciale, con l'apposizione del vincolo ex lege 1497/39¹.

1. "Art.1.Sono soggette alla presente legge a causa del loro notevole interesse pubblico:

1) le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale o di singolarità geologica; 2) le ville, i giardini e i parchi che, non contemplati dalle leggi per la tutela delle cose d'interesse artistico o storico, si distinguono per la loro non comune bellezza; 3) i complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale; 4) le bellezze panoramiche considerate come quadri naturali e così pure quei punti di vista o di belvedere, accessibili al pubblico, dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze".

<i>Anno</i>	<i>Documento</i>	<i>Luogo</i>	<i>Ente</i>	<i>Vigenza</i>
1942	<i>Legge 17 agosto 1942, n. 1150 Legge urbanistica statale</i>	<i>Italia</i>	<i>Ministero dei Lavori Pubblici</i>	<i>Nazionale</i>
	<ul style="list-style-type: none">• Definizione dei piani territoriali e del PRG			
1948	<i>Costituzione italiana</i>	<i>Italia</i>	<i>Ministero dei Lavori Pubblici</i>	<i>Nazionale</i>
	<ul style="list-style-type: none">• Paesaggio e patrimonio storico-artistico sono equiparati alla tutela¹. <p>1. “Art. 9. La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica. Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione”.</p>			
1972	<i>Convenzione per la tutela del patrimonio mondiale culturale e naturale Recupero e protezione di beni culturali - ecologia Convenzione riguardante la protezione sul piano mondiale del patrimonio culturale e naturale</i>	<i>Parigi, 16 nov 1972</i>	<i>UNESCO</i>	<i>Internazionale</i>
	<ul style="list-style-type: none">• Distinzione tra patrimonio culturale e naturale.• Nel patrimonio culturale rientrano i siti in cui c'è una interazione tra uomo e natura di valore universale eccezionale dall'aspetto storico ed estetico, etnologico o antropologico¹.• Nel patrimonio naturale rientrano i siti naturali di valore universale eccezionale dall'aspetto scientifico, conservativo o estetico naturale². <p>1. “Art. 1. Ai fini della presente Convenzione sono considerati «patrimonio culturale»: gli agglomerati: gruppi di costruzioni isolate o riunite che, per la loro architettura, unità o integrazione nel paesaggio hanno valore universale eccezionale dall'aspetto storico, artistico o scientifico, i siti: opere dell'uomo o opere coniugate dell'uomo e della natura, come anche le zone, compresi i siti archeologici, di valore universale eccezionale dall'aspetto storico ed estetico, etnologico o antropologico.</p> <p>2. “Art. 2. Ai fini della presente Convenzione sono considerati «patrimonio naturale»: i monumenti naturali costituiti da formazioni fisiche e biologiche o da gruppi di tali formazioni di valore universale eccezionale dall'aspetto estetico o scientifico, le formazioni geologiche e fisiografiche e le zone strettamente delimitate costituenti l'habitat di specie animali e vegetali minacciate, di valore universale eccezionale dall'aspetto scientifico o conservativo, i siti naturali o le zone naturali strettamente delimitate di valore universale eccezionale dall'aspetto scientifico, conservativo o estetico naturale”.</p>			

<i>Anno</i>	<i>Documento</i>	<i>Luogo</i>	<i>Ente</i>	<i>Vigenza</i>
1985	<i>Legge 8 agosto 1985, n. 431 (Galasso) Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 27 giugno 1985, n. 312, recante disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale</i>	<i>Italia</i>	<i>Presidenza della Repubblica</i>	<i>Nazionale</i>

- Estende il vincolo della legge 1497/39 a interi ambiti del territorio storico; si passa dalla tutela per punti emergenti alla tutela di diverse categorie di beni comprendenti porzioni estese di territorio¹.
- Prima legge che ha significativamente aperto la strada alla evoluzione del concetto di paesaggio².

1. “Art. 1. Sono sottoposti a vincolo paesaggistico ai sensi della legge 29 giugno 1939, n. 1497:

a) i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia (...) b) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, (...)

c) i fiumi, i torrenti ed i corsi d'acqua (...) e le relative sponde o piede degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna; d) le montagne per la parte eccedente 1.600 metri sul livello del mare per la catena alpina e 1.200 metri sul livello del mare per la catena appenninica e per le isole; e) i ghiacciai e i circhi glaciali; f) i parchi e le riserve nazionali o regionali, (...) g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboscimento; h) le aree assegnate alle università agrarie e le zone gravate da usi civici; i) le zone umide (...) l) i vulcani; m) le zone di interesse archeologico.

2. “La legge Galasso del 1985 considera “paesaggio” l’insieme dei segni della natura, e l’insieme dei segni della sedimentazione dei processi storico insediativi ed economico-culturali, cioè paesaggio come dimensione visibile dell’ambiente antropizzato, secondo una logica sistemica. Tutelare il paesaggio vuol dire allora tutelare non tanto il “bel paesaggio” ma un determinato paesaggio con le sue specificità, con l’insieme di segni, naturali ed antropici, e con le relazioni che lo compongono.” Donatella Cavezzali e Luca Odevaine, Documento preparatorio ai lavori del Comitato Scientifico consegnato alla riunione del 24 marzo 1999. In Prima Conferenza Nazionale per il Paesaggio. Lavori preparatori. Roma: Gangemi, 2000. p. 24.

1999	<i>Carta di Napoli La trasformazione sostenibile del paesaggio</i>	<i>Napoli, 8 ott 1999</i>	<i>FEDAP AIAPP</i>	<i>Nazionale</i>
------	--	-----------------------------------	------------------------	------------------

- Si dichiara la necessità di un approccio interdisciplinare¹.
- L’obiettivo è fare del paesaggio una risorsa strategica per il futuro e uno dei fondamenti su cui basare lo sviluppo sostenibile del paese².
- Riguardo al significato semantico di paesaggio:
 - abbandona il concetto di bellezza naturale e afferma che il paesaggio è un sistema di ecosistemi e permanenze storico-culturali³
 - riconosce una pluralità di significati e molteplici interpretazioni affermando che la complessità semantica deve essere vista come una ricchezza (è considerato talvolta da un punto di vista estetico-visuale come panorama, talvolta da un punto di vista storico-culturale come palinsesto, e talvolta da un punto di vista ecologico come insieme di ecosistemi)⁴.
 - promuove una nuova sintesi tra natura e cultura (visione olistica interdisciplinare)⁵
- In questo documento si fa esplicito riferimento al paesaggio come "un sistema vivente in continua evoluzione" (forma, struttura, dinamica, tempo)⁶.
- Dichiara che il paesaggio è costituito dall’interazione tra il sistema degli spazi aperti (naturali e antropici) e le strutture insediative; quindi è possibile una riconoscibilità dei tipi di paesaggio (struttura e funzione) e la loro classificazione⁷.

<i>Anno</i>	<i>Documento</i>	<i>Luogo</i>	<i>Ente</i>	<i>Vigenza</i>
	<ul style="list-style-type: none">• Promuove lo studio, la valutazione, la diagnosi, la pianificazione, la gestione, il monitoraggio⁸.• Dichiarata l'importanza di identificazione dei paesaggi sulla base delle caratteristiche strutturali e dinamiche, individuate da confini fisico ambientali e storico-culturali e non da confini amministrativi⁹.• Auspica la realizzazione di banche dati rese permanentemente accessibili¹⁰.			
	<p>1. "La FEDAP e l'AIAPP sostengono la necessità di un approccio interdisciplinare finalizzato a pilotare il cambiamento e garantire da un lato la difesa della natura e la compatibilità tra gli ecosistemi naturali ed antropici, e dall'altro la produttività e il soddisfacimento delle esigenze di sviluppo".</p> <p>2. "La Carta di Napoli è stata redatta per accelerare i processi volti a fare del paesaggio una risorsa strategica per il futuro e uno dei fondamenti su cui basare lo sviluppo sostenibile del paese. Essi sono riferibili in particolare: alla rinascita generale di valori e interessi nei confronti del paesaggio, con aggiornamento e ampliamento del suo significato semantico alla reale centralità del paesaggio in tutti i momenti di confronto con le istanze di trasformazione del territorio, nel quadro delle politiche di controllo dell'uso delle risorse".</p> <p>3. "(...) definitivo abbandono del concetto di bellezza naturale e affermazione del paesaggio come sistema di ecosistemi e permanenza storico-culturale".</p> <p>4. "Diffusione ed evoluzione della cultura del paesaggio. Ricordando che nella società moderna il concetto di paesaggio ha assunto una pluralità di significati ignota al passato, tanto che oggi esso è considerato talvolta da un punto di vista estetico-visuale come panorama, talvolta da un punto di vista storico-culturale come palinsesto, e talvolta da un punto di vista ecologico come insieme di ecosistemi; Sottolineando che questa maggiore complessità semantica deve essere vista come una ricchezza, poiché, lungi dal mortificare i singoli aspetti particolari del paesaggio, ne consente una maggior valorizzazione sinergica in tutti i momenti del difficile confronto con le istanze di utilizzazione e trasformazione del territorio".</p> <p>5. "Si raccomanda che gli operatori e gli studiosi di paesaggio si facciano portatori di una nuova sintesi tra natura e cultura (visione olistica interdisciplinare), che favorisca una rinascita generale di valori e interessi per il paesaggio nella società e nelle istituzioni".</p> <p>6. "Principi e Strategie. 1- Contenuti e metodi per interpretare il paesaggio. Riconosciuto che il concetto di paesaggio in Italia ha attualmente molteplici interpretazioni e che in questo documento si fa esplicito riferimento a quella che considera il paesaggio come "un sistema vivente in continua evoluzione" che alle diverse scale: ha una forma fisica e un'organizzazione spaziale specifica (struttura), possiede una dinamica interna dovuta al movimento e al flusso di energia tramite acqua, vento, piante e animali (funzionamento), è soggetto ad evoluzione nel tempo (...)".</p> <p>7. "Considerato che il paesaggio, in conseguenza di quanto sopra: è costituito dall'alternanza e dall'interazione tra il sistema degli spazi aperti (naturali e antropici) e le strutture insediative; è fondato (...) su elementi che permettono la distinzione di tipi (...) e che pertanto è possibile una classificazione dei diversi paesaggi presenti in una regione, stabilendone le caratteristiche strutturali e funzionali, utili anche come indirizzo e riferimento per le trasformazioni e la gestione".</p> <p>8. "Si raccomanda che il paesaggio venga sottoposto anche in Italia a studio e valutazione, in modo che sia identificabile quale specifica risorsa culturale e ambientale, e come tale reso evidente ai diversi operatori, tenendo soprattutto conto delle seguenti caratteristiche che interagiscono fra loro: ecologico-ambientali e naturalistiche, storico-insediative e architettoniche, visuali-percettive e dell'aspetto sensibile; Si raccomanda inoltre che siano messe a punto metodologie quadro che non trascurino nessuna delle caratteristiche sopra citate. Tali metodologie dovranno riguardare sia le fasi di studio, valutazione e diagnosi, sia le fasi di indirizzo per la pianificazione, la progettazione e la gestione, nonché il controllo e monitoraggio del paesaggio".</p> <p>9. "(...) tenendo conto dei seguenti principi di base: la transdisciplinarietà (...), le caratteristiche dinamiche del paesaggio che determinano l'esigenza di studiarlo a diverse scale spazio-temporali, mettendo in evidenza le relazioni e le interdipendenze tra di esse; la presenza nel paesaggio di una struttura riconoscibile (...), la possibilità di individuare diversi paesaggi in base alle loro caratteristiche strutturali e dinamiche, sottolineando l'importanza di studi effettuati su unità di paesaggio individuate da confini fisico ambientali e storico-culturali e non da confini amministrativi".</p> <p>10. "Si auspica che le informazioni riguardanti il paesaggio siano correntemente organizzate in banche dati rese permanentemente accessibili e disponibili a operatori, professionisti, funzionari e studiosi. Le banche dati dovranno essere costituite a livello regionale, provinciale e comunale, come raccolta istituzionalizzata, tenendo conto la basilare esigenza di istituire standard nazionali per la raccolta e classificazione dei dati, affinché essi siano efficacemente utilizzabili e confrontabili".</p>			

<i>Anno</i>	<i>Documento</i>	<i>Luogo</i>	<i>Ente</i>	<i>Vigenza</i>
1994	<i>Convenzione europea del paesaggio</i>	<i>Firenze</i>	<i>Consiglio d'Europa</i>	<i>Internazionale</i>
1998		<i>20 ott</i>		
2000		<i>2000</i>		

- Si afferma il ruolo del paesaggio in funzioni di interesse generale, sul piano culturale, ecologico, ambientale e sociale, dichiarandone il valore di risorsa economica¹.
- Si definisce paesaggio “una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni”².
 - quindi da studiare nella sua totalità, integrità e complessità, sottolineando il connubio tra fattori naturali e antropici;
 - quindi occorre considerarlo nella sua accezione relazionale;
 - quindi evolve nel tempo;
- Si dichiara che il paesaggio è in ogni luogo, sia in aree di qualità che in quelle della vita quotidiana poiché tutte sono determinanti per la qualità di vita delle popolazioni³.
- Palesa la componente oggettiva, citando i caratteri, e quella soggettiva, citando la percezione.
- Si dichiara che il paesaggio è una componente fondamentale del patrimonio culturale e naturale dell'Europa, contribuendo al benessere e all'identità europea⁴.
- Auspica che si intraprendano ricerche finalizzate a individuare i paesaggi tramite sistemi informativi territoriali e moderne tecniche di cartografia informatizzata⁵.

1. “Constatando che il paesaggio svolge importanti funzioni di interesse generale, sul piano culturale, ecologico, ambientale e sociale e costituisce una risorsa favorevole all'attività economica, e che, se salvaguardato, gestito e pianificato in modo adeguato, può contribuire alla creazione di posti di lavoro (...)”. Preambolo.

2. “Art. 1: Paesaggio designa una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni”.

3. “Art. 2 (...) la presente Convenzione si applica a tutto il territorio delle Parti e riguarda gli spazi naturali, rurali, urbani e periurbani. Essa comprende i paesaggi terrestri, le acque interne e marine. Concerne sia i paesaggi che possono essere considerati eccezionali, che i paesaggi della vita quotidiana e i paesaggi degradati”.

4. “Art. 5 - Ogni Parte si impegna a riconoscere giuridicamente il paesaggio in quanto componente essenziale del contesto di vita delle popolazioni, espressione della diversità del loro comune patrimonio culturale e naturale e fondamento della loro identità”.

5. “Art. 6C1. (...) ogni Parte si impegna a: i. individuare i propri paesaggi, sull'insieme del proprio territorio; ii. analizzarne le caratteristiche, nonché le dinamiche e le pressioni che li modificano; iii. seguirne le trasformazioni ; b. valutare i paesaggi individuati, tenendo conto dei valori specifici che sono loro attribuiti dai soggetti e dalle popolazioni interessate”.

“Sistemi informativi territoriali e moderne tecniche di cartografia informatizzata, anche a livello urbano, vengono impiegate per evidenziare le specificità di un paesaggio”.

<i>Anno</i>	<i>Documento</i>	<i>Luogo</i>	<i>Ente</i>	<i>Vigenza</i>
1999	<i>Conferenza Nazionale per il paesaggio Lavori preparatori</i>	<i>Roma 24 marzo 1999</i>	<i>MiBac</i>	<i>Nazionale</i>

- Si dichiara un abbandono della riduttiva impostazione estetico-formale dell'azione di tutela a favore di un approccio scientifico e strutturale (finalizzato al valore normativo delle conclusioni della Conferenza stessa, coerenti con la Convenzione Europea del paesaggio)¹.
- Il paesaggio è inteso come un insieme di elementi naturali interrelati ai fattori storici e antropici, dovuti alla presenza dell'uomo².
- L'obiettivo è un aggiornamento culturale e giuridico del concetto di paesaggio dovuto alla dialettica tra molteplici soggetti coinvolti³.
- "Il paesaggio è la manifestazione sensibile e percepita in senso estetico del sistema di relazioni che si determina nell'ambiente biofisico e antropico e che caratterizza il rapporto delle società umane e dei singoli individui con l'ambiente e con il territorio, con i siti e i luoghi, in cui si sono sviluppati, abitano e operano"⁴.
- Al paesaggio è applicato il concetto di sistema⁵.
- Il paesaggio è "un ecosistema che include l'uomo e le sue opere"⁶.
- Il paesaggio è riconosciuto come risorsa complessa che interessa l'intero territorio nazionale e che può svolgere un ruolo per lo sviluppo del Paese⁷.
- Sono ipotizzate tre svolte strategiche: il senso del paesaggio, il senso dell'azione di tutela e la centralità del territorio. Riguardo al primo, si punta sul ruolo e sul significato attribuito nelle politiche nazionali, che è cosa diversa "dalla disperata impresa di definire una volta per tutte una nozione così invincibilmente polisemica e complessa come quella del paesaggio"⁸.
- Si dichiara che il paesaggio è una risorsa economica, quindi l'attenzione si sposta dai problemi di protezione ai problemi di gestione⁹.
- Si passa dal riconoscimento dei singoli paesaggi culturali al riconoscimento del valore culturale del paesaggio. In tal modo si sottolinea che il paesaggio ha sempre un significato culturale, anche quando le sue caratteristiche fisico-naturali sembrano esenti da trasformazioni antropiche. Ne consegue, che si conferisce all'intero territorio un interesse culturale¹⁰.
- Si passa dal concetto di bene culturale al concetto di patrimonio culturale, che racchiude in sé le relazioni di appartenenza e di identificazione tra i luoghi e le culture locali compresi i valori materiali e memoriali¹¹.
Si riconosce che il paesaggio "nasce entro e dal territorio (Gambi)", tuttavia non si devono eguagliare i due concetti. Il paesaggio evoca valori che non si manifestano direttamente nell'assetto del territorio¹².
- Al termine "percezione" viene conferito il significato di "percezione ad ampio spettro", ossia quella che scaturisce dall'intenzione di accumulare conoscenze per immaginare le trasformazioni e le cause, rivolta al passato e al futuro¹³.

1. "Il dibattito della fase preparatoria e i risultati finali della Conferenza stessa costituiscono invece per tutti i soggetti impegnati nella pratica della tutela, in particolar modo per le strutture del Ministero, l'occasione per abbandonare la riduttiva impostazione estetico-formale dell'azione di tutela, fondata su giudizi di valore che privilegiano l'emergenza, la "singolarità", la "bellezza". Quello che ci si aspetta è invece un approccio più scientifico e strutturale, definito da precisi atti che conferiranno valore normativo alle conclusioni della Conferenza stessa, coerenti con la Convenzione Europea del paesaggio". Antonia Pasqua Recchia. Le strutture centrali e periferiche del Ministero nel confronto della Prima Conferenza Nazionale per il Paesaggio. In Conferenza Nazionale per il Paesaggio - Lavori preparatori. Roma: Gangemi, 2000, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, p. 16.

<i>Anno</i>	<i>Documento</i>	<i>Luogo</i>	<i>Ente</i>	<i>Vigenza</i>
	2. “Il paesaggio, inteso come insieme di elementi naturali interrelati alle componenti storiche dovute alla presenza dell’uomo sul territorio, rappresenta in Italia parte fondamentale della nostra identità culturale e ne costituisce, comprendendo i monumenti e le città storiche, l’immagine caratterizzante, una delle maggiori ricchezze del paese, attrattiva per il turismo nazionale e internazionale, prezioso ed immenso patrimonio, che la Costituzione pone tra i valori primari da tutelare”. Donatella Cavezzali e Luca Odevaine (a cura di). Documento preparatorio ai lavori del Comitato Scientifico consegnato alla riunione del 24 marzo 1999. In Conferenza Nazionale per il Paesaggio - Lavori preparatori. Roma: Gangemi, 2000, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, p. 23.			
	3. “Un aggiornamento pertanto filosofico e culturale, ed a seguire anche legislativo e procedurale, del concetto stesso di “paesaggio” e di “tutela” che deve quindi essa stessa essere compatibile con l’affermazione di una vita economica e sociale, con l’identità specifica di quel patrimonio, inteso come concetto che si evolve, con valori che cambiano nella coscienza collettiva, e che possono essere adottati ogni qualvolta vi sia l’esigenza di seguire con “attenzione” le trasformazioni di un luogo”. Donatella Cavezzali e Luca Odevaine (a cura di). Documento preparatorio ai lavori del Comitato Scientifico consegnato alla riunione del 24 marzo 1999. In Conferenza Nazionale per il Paesaggio - Lavori preparatori. Roma: Gangemi, 2000, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, p. 23.			
	4. “I termini ambiente, territorio, paesaggio, sono - come è noto - presenti e assumono significati diversi in diversi ambiti disciplinari e culturali (naturalistico-ecologico, storico-geografico, filosofico-estetico, socio-economico-antropologico, urbanistico-architettonico). Vorrei cercare di sintetizzare i contenuti e le correlazioni tra i termini ambiente, territorio, paesaggio, precisando che - come accade per ogni tentativo di definizione e schematizzazione - lo scopo è soprattutto quello di facilitare la ricerca delle tante correlazioni tra le interpretazioni e la sostanza degli oggetti e che alle definizioni non si attribuisce un valore assoluto né statico. Il termine ambiente viene assunto soprattutto secondo l’accezione di tipo fisico-naturalistico-ecologico come insieme di risorse biotiche e abiotiche tra loro correlate e interagenti. Il termine territorio viene assunto soprattutto secondo l’accezione delle discipline umanistiche (socio economiche-territoriali antropologiche). Per il termine paesaggio propongo (...) la manifestazione sensibile e percepita in senso estetico del sistema di relazioni che si determina nell’ambiente biofisico e antropico e che caratterizza il rapporto delle società umane e dei singoli individui con l’ambiente e con il territorio, con i siti e i luoghi, in cui si sono sviluppati, abitano e operano”. Vittoria Calzolari. In Conferenza Nazionale per il Paesaggio - Lavori preparatori. Roma: Gangemi, 2000, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, pp.56-58.			
	5. “Al termine sistema o struttura, viene attribuito il doppio significato derivato dalla formulazione di C. Levi-Strauss e di F. Braudel (attraverso la citazione e integrazione datane da L. Gambi)”. Vittoria Calzolari. In Prima Conferenza Nazionale per il Paesaggio - Lavori preparatori. Roma: Gangemi, 2000, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, pp.56-58.			
	6. “L’evoluzione culturale più recente lo concepisce anche come ecosistema che include l’uomo e le sue opere, sottolineando la necessità di fornire, accanto alla tutela del quadro paesistico, l’assicurazione dell’equilibrio ecologico”. Giuliana Campioni. Primi materiali elaborati dalla FEDAP. In Conferenza Nazionale per il Paesaggio - Lavori preparatori. Roma: Gangemi, 2000, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, p.60.			
	7. “Il paesaggio, in quanto risorsa complessa che interessa l’intero territorio nazionale, può svolgere un ruolo cruciale, finora largamente sottovalutato a livello politico e culturale, per lo sviluppo sostenibile del Paese. Esso costituisce la più eloquente e visibile espressione di quella “unità nella varietà” che caratterizza in modo peculiare l’Italia, permeandone non soltanto l’estrema diversificazione dell’immagine e delle forme fisiche, ma anche l’articolazione storica delle culture e delle formazioni sociali, dei sistemi economici locali, delle forme organizzative e del tessuto produttivo”. Roberto Gambino. In Conferenza Nazionale per il Paesaggio - Lavori preparatori. Roma: Gangemi, 2000, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, p. 121.			
	8. “Tre grandi svolte strategiche sembrano profilarsi, alle quali tutte o gran parte delle altre innovazioni auspiccate potrebbero ricondursi; esse concernono: il senso del paesaggio, il senso dell’azione di tutela, la centralità del territorio. Il ruolo che al paesaggio deve essere attribuito nelle politiche nazionali e locali, il significato che la sua tutela innovativa può assumere nelle strategie di sviluppo del Paese e delle sue diverse aree territoriali. Intendersi su ciò (che è cosa diversa dalla disperata impresa di definire una volta per tutte una nozione così invincibilmente polisemica e complessa come quella di paesaggio) è necessario anche soltanto per riscontrare positivamente le raccomandazioni che il Consiglio d’Europa ha affidato al progetto di Convenzione del paesaggio approvato nel 1998”. Paesaggio e sviluppo sostenibile del territorio. In Conferenza Nazionale per il Paesaggio			

<i>Anno</i>	<i>Documento</i>	<i>Luogo</i>	<i>Ente</i>	<i>Vigenza</i>
	- Lavori preparatori. Roma: Gangemi, 2000, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, p. 123.			
	9. “Anzitutto il riconoscimento del valore economico della risorsa paesaggio sposta l’attenzione dai problemi di semplice protezione a quelli più complessi della gestione, ponendo”. Paesaggio e sviluppo sostenibile del territorio. In Conferenza Nazionale per il Paesaggio - Lavori preparatori. Roma: Gangemi, 2000, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, p. 123.			
	10. “Particolare rilievo assume (anche in riferimento alla Convenzione europea), il passaggio dal riconoscimento di singoli paesaggi culturali, meritevoli di specifica tutela, al riconoscimento del valore culturale dei paesaggi, soprattutto nel senso: a) che si riconosce così che il paesaggio ha sempre – anche quando i suoi connotati naturali sembrano esenti da ogni contaminazione antropica, come nei paesaggi “della scoperta” – un imprescindibile significato culturale (...) b) che si conferisce in tal modo all’intero territorio, indipendentemente dall’eccellenza dei valori estetici od ecologici delle sue singole parti, comprese quelle degradate o trascurate come tipicamente le periferie urbane e metropolitane, un significato ed un interesse culturale.” Paesaggio e sviluppo sostenibile del territorio. In Conferenza Nazionale per il Paesaggio - Lavori preparatori. Roma: Gangemi, 2000, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, p. 124.			
	11. “Il dibattito sui centri storici o sui parchi naturali o il definitivo superamento dell’idea romantica dei “bei paesaggi” tendono a spostare l’attenzione dal concetto dei beni culturali a quello, assai più complesso e comprensivo, di patrimonio culturale. Concetto, quest’ultimo, che implica la considerazione dei processi di “patrimonializzazione” con cui si stabiliscono relazioni complesse di appartenenza, identificazione ed autorappresentazione tra i luoghi di deposito dell’eredità materiale e memoriale e le culture locali storicamente e spazialmente determinate.” Paesaggio e sviluppo sostenibile del territorio. In Conferenza Nazionale per il Paesaggio - Lavori preparatori. Roma: Gangemi, 2000, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, p. 124.			
	12. “Non si salva il paesaggio se non si salva il Paese; e non si salva il Paese se non si torna a fare seriamente i conti col territorio. Questa affermazione non va fraintesa: riconoscere che il paesaggio “nasce entro e dal territorio” (Gambi) o che la tutela del paesaggio deve essenzialmente basarsi sul governo del territorio non implica l’identificazione dei due concetti. Il concetto, o meglio la “nozione sociale” di paesaggio evoca infatti valori – come quelli semiotici, od estetici, o mitologici – che non si manifestano direttamente nell’assetto del territorio; l’esperienza paesistica implica inoltre una dimensione “soggettiva” ben diversa dalla soggettività inerente la produzione e l’abitazione del territorio”. Paesaggio e sviluppo sostenibile del territorio. In Conferenza Nazionale per il Paesaggio - Lavori preparatori. Roma: Gangemi, 2000, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, p. 125.			
	13. “Di tutt’altra natura quella particolare percezione degli spazi, delle risorse naturali e culturali, di insediamenti, produzioni e consumi, nonché delle relazioni e reciproche influenze, nello spazio e nel tempo, tra tutti questi elementi, sistemi, processi, che nasce – non tanto in un individuo quanto in una società insediata in un territorio – dall’intenzione di accumulare conoscenze utili ad immaginare le trasformazioni possibili in prospettiva, individuarne le cause vicine e lontane, per intervenire a tempo ove necessario. Questa non è solo percezione delle trasformazioni avvenute e in corso. È una “percezione ad ampio spettro”, rivolta sia al passato che al futuro, critica in entrambe le direzioni”. Mario Ghio. In Conferenza Nazionale per il Paesaggio - Lavori preparatori. Roma: Gangemi, 2000, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, p. 130.			

<i>Anno</i>	<i>Documento</i>	<i>Luogo</i>	<i>Ente</i>	<i>Vigenza</i>
1999	<i>Conferenza Nazionale per il paesaggio Atti</i>	<i>Roma</i> <i>1-16</i> <i>ottobre</i> <i>1999</i>	<i>MiBac</i>	<i>Nazionale</i>

- Il concetto di paesaggio si è evoluto fino a considerare la forma naturale del territorio su cui si è depositato il risultato delle azioni dell'uomo¹.
- È istituito l'Osservatorio Nazionale per la Qualità del Paesaggio, il cui compito è curare la realizzazione di studi e analisi e la formulazione di proposte di supporto per le politiche di tutela e valorizzazione del paesaggio italiano attraverso informazioni contenute nelle banche dati territoriali informatizzate².
- Riaffermazione dell'importanza della legge n. 431/1985 riguardante la tutela del paesaggio diffusa a tutto il territorio, considerato nella globalità di valenze naturali e culturali³.
- Si dichiara che la normativa deve partire dalla nozione di paesaggio che deriva sia dalla giurisprudenza che dalle discipline non giuridiche, le quali ne sanciscono il valore estetico-culturale⁴.
- Riaffermazione del valore primario della tutela del paesaggio insuscettivo di subordinazione a qualsiasi altro interesse pubblico o privato. L'attività urbanistica deve esserne subordinata⁵.
- Riaffermazione del Paesaggio come risorsa e fondamento dell'identità nazionale. Il paesaggio è inteso come prodotto storico della cultura e del lavoro dell'uomo sulla natura. È inteso come concatenazione dei processi ambientali, insediativi, sociali e culturali, in modo tale da costituire il fondamento della identità culturale della nazione.⁹
- Si auspica un rapporto triennale sullo stato del paesaggio tramite un monitoraggio con l'uso di sistemi informativi territoriali¹⁰.
- Paesaggio e patrimonio storico-artistico costituiscono un insieme inscindibile: non è possibile studiare il primo uno senza tener conto delle stratificazioni storiche, e non possibile studiare il secondo senza tener conto del contesto in cui si trova¹¹.

1. "Paesaggio come insieme di manufatti e di coltivazioni innestati in varie epoche sul substrato naturale, come somma ed interazione di natura e di cultura, come "forma (E. Sereni) che l'uomo, coscientemente e sistematicamente ha impresso al paesaggio naturale". Pio Baldi. Il futuro del paesaggio italiano. In Conferenza Nazionale per il Paesaggio - Atti. Roma: Gangemi, 2000, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, p. 20.

2. "L'Osservatorio nazionale per la qualità del paesaggio dovrà essere composto da un organismo collegiale formato da rappresentanti del Ministero per i Beni e le Attività Culturali e delle altre Amministrazioni dello Stato, delle Regioni e degli altri enti territoriali, nonché da esponenti delle associazioni ambientaliste, degli ordini e delle associazioni professionali, da docenti universitari e da altri studiosi di chiara fama. L'Osservatorio nazionale costituirà il nodo principale di una rete di strutture regionali ad esso collegate. È compito dell'Osservatorio curare la realizzazione di studi e analisi e la formulazione di proposte di supporto per le politiche di tutela e valorizzazione del paesaggio italiano. A tale fine l'Osservatorio si avvale delle informazioni contenute nelle banche dati territoriali informatizzate esistenti sia presso l'Ufficio Centrale per i Beni ambientali e paesaggistici, sia presso le Regioni e le altre istituzioni partecipanti". In Conferenza Nazionale per il Paesaggio - Atti. Roma: Gangemi, 2000, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, p. 23.

3. "La legge 8 agosto 1985, n. 431 ha dunque introdotto un principio di tutela diffusa del paesaggio, improntata sulla considerazione complessiva degli elementi presenti sul territorio, guardato nella sua globalità di valenze, naturali e culturali". Documento Preparatorio. Paesaggio: legislazione di tutela e normative per il territorio. In Conferenza Nazionale per il Paesaggio - Atti. Roma: Gangemi, 2000, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, p. 109.

4. "Punto di partenza per l'elaborazione normativa non potrà che essere la definizione della nozione di paesaggio che, in conformità al dettato costituzionale ed agli orientamenti giurisprudenziali ormai stabilmente affermatasi, ed alla luce anche delle

<i>Anno</i>	<i>Documento</i>	<i>Luogo</i>	<i>Ente</i>	<i>Vigenza</i>
	indicazioni derivanti dalle discipline non giuridiche, ne sancisca il valore estetico-culturale” .Documento Preparatorio. Paesaggio: legislazione di tutela e normative per il territorio. In Conferenza Nazionale per il Paesaggio - Atti. Roma: Gangemi, 2000, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, p. 112.			
	5. La “Corte costituzionale, sin dal 1985, ha rilevato il valore primario della tutela del paesaggio, insuscettivo di subordinazione a qualsiasi altro interesse pubblico o privato, individuando la precisa distinzione tra tale attività e quella urbanistica, che comunque alla prima deve subordinarsi” (Cons.Stato. II, 192/98). Documento Preparatorio. Paesaggio: legislazione di tutela e normative per il territorio. In Conferenza Nazionale per il Paesaggio - Atti. Roma: Gangemi, 2000, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, p. 113.			
	6. “Il concetto di Paesaggio deve essere ripensato nella sua definizione, senza vedervi unicamente gli aspetti estetici o naturalistici o ecologici. (...) Un paesaggio da studiare nella sua complessità – e non in quanto somma di parti – nella combinazione tra fattori naturali e culturali”. Rossana Bettinelli. “Di chi è il paesaggio?”. In Conferenza Nazionale per il Paesaggio - Atti. Roma: Gangemi, 2000, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, p. 174.			
	7. “Necessità quindi di una lettura olistica del Paesaggio, consapevoli che al centro della nostra attenzione vi è un paesaggio storico-culturale che ha al proprio centro l’uomo come abitante e “costruttore” del Paesaggio stesso. (...) Il Paesaggio è l’effetto, quindi la testimonianza della storia umana”. In Conferenza Nazionale per il Paesaggio - Atti. Roma: Gangemi, 2000, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, p. 174.			
	8. “Paesaggio, che non appartiene alle singole comunità che lo abitano, ma – come dice la Costituzione italiana – alla Nazione, o se si preferisce, all’umanità perché il paesaggio è l’archivio del mondo”. In Conferenza Nazionale per il Paesaggio - Atti. Roma: Gangemi, 2000, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, p. 174.			
	9. “Assumere il paesaggio come risorsa e come fondamento della identità nazionale. Il paesaggio, inteso come prodotto storico della cultura e del lavoro dell’uomo sulla natura, nonché come totalità contestuale definita dall’intreccio dei processi ambientali, insediativi, sociali e culturali, costituisce il fondamento della identità culturale della nazione”. In Conferenza Nazionale per il Paesaggio - Atti. Roma: Gangemi, 2000, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, p. 200.			
	10. “Al fine di consentire una adeguata valutazione dello stato del paesaggio italiano a livello nazionale (ma anche regionale e locale) appare necessario promuovere la produzione di un rapporto triennale a cura del MBAC. (...) Il progetto potrebbe avviarsi mediante l’utilizzazione di un sistema informativo territoriale nazionale (...). La finalità del “Rapporto triennale sullo stato del paesaggio” non è solo conoscitiva. Si tratta di uno strumento di supporto alle scelte di politica del paesaggio”. Documento preparatorio. Paesaggio e sviluppo sostenibile. In Conferenza Nazionale per il Paesaggio - Atti. Roma: Gangemi, 2000, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, p. 212.			
	11. “Dal punto di vista storico-culturale è oggi unanimemente riconosciuto che le due entità (paesaggio e patrimonio storico-artistico) costituiscono un insieme inscindibile: lo studio, la comprensione, la stessa fenomenologia di un monumento o di un oggetto d’arte non sono separabili dalla conoscenza dei caratteri storici del territorio su cui sono insediati, e, simmetricamente, ogni territorio assume ben determinate valenze paesaggistiche e storico-culturali grazie alle stratificazioni edificate che vi si sono accumulate nel tempo”. Documento preparatorio. Qualità del paesaggio e qualità della progettazione per una carta italiana del paesaggio. In Conferenza Nazionale per il Paesaggio - Atti. Roma: Gangemi, 2000, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, p. 291.			

<i>Anno</i>	<i>Documento</i>	<i>Luogo</i>	<i>Ente</i>	<i>Vigenza</i>
1999	<i>Decreto legislativo n. 490 del 29/10/99 Testo Unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali</i>	<i>Italia</i>	<i>Presidenza della Repubblica</i>	<i>Nazionale</i>

• Distingue tra beni culturali e beni paesaggistici-ambientali. Nella prima categoria rientra il patrimonio storico, artistico, demo-etno-antropologico, archeologico, archivistico, librario. Nella seconda categoria rientrano i beni ambientali (art. 139, art. 146) che ricalcano la legge 29 giugno 1939, n. 1497 (bellezze naturali, panorami) e la legge 8 agosto 1985, n. 431 (ambiti territoriali definiti)¹.

1. “Art. 139. Beni soggetti a tutela 1. Sono soggetti alle disposizioni di questo Titolo in ragione del loro notevole interesse pubblico: a) le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale o di singolarità geologica; b) le ville, i giardini e i parchi, non tutelati a norma delle disposizioni del Titolo I, che si distinguono per la loro non comune bellezza; c) i complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale; d) le bellezze panoramiche considerate come quadri e così pure quei punti di vista o di belvedere, accessibili al pubblico dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze”. Art. 146. Beni tutelati per legge 1. Sono comunque sottoposti alle disposizioni di questo Titolo in ragione del loro interesse paesaggistico: a) i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia (...) b) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, (...) c) i fiumi, i torrenti ed i corsi d'acqua (...) e le relative sponde o piede degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna; d) le montagne per la parte eccedente 1.600 metri sul livello del mare per la catena alpina e 1.200 metri sul livello del mare per la catena appenninica e per le isole; e) i ghiacciai e i circhi glaciali; f) i parchi e le riserve nazionali o regionali, (...) g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento; h) le aree assegnate alle università agrarie e le zone gravate da usi civici; i) le zone umide (...) l) i vulcani; m) le zone di interesse archeologico”.

2001	<i>Conferenza stato-regioni Seduta del 19 aprile 2001 La Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano</i>	<i>Italia</i>	<i>Presidenza del Consiglio dei Ministri</i>	<i>Nazionale</i>
------	--	----------------------	---	-------------------------

• Primo documento giuridico italiano a far riferimento alla Convenzione Europea del Paesaggio, in relazione al concetto di paesaggio, alla sua conoscenza, ai piani paesistici e agli obiettivi di qualità.

<i>Anno</i>	<i>Documento</i>	<i>Luogo</i>	<i>Ente</i>	<i>Vigenza</i>
2004	Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e modifiche D.L. 26 marzo 2008, n. 63 Codice dei beni culturali e del paesaggio	Italia	Presidenza della Repubblica	Nazionale

- All'interno del patrimonio culturale distingue tra beni culturali e beni paesaggistici-ambientali. Nella prima categoria rientra il patrimonio storico, artistico, etnoantropologico, archeologico, archivistico, bibliografico. Nella seconda categoria rientrano gli immobili costituenti espressione dei valori storici, culturali, naturali, morfologici ed estetici del territorio¹.
- “Per paesaggio si intende il territorio espressivo di identità, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali, umani e dalle loro interrelazioni”, riprendendo il concetto della CEP che lega la natura ai fatti antropici e alle relazioni esistenti².
- Rientrano tra i beni paesaggistici gli immobili che ricalcano la legge 29 giugno 1939, n. 1497 (bellezze naturali, panorami) e la legge 8 agosto 1985, n. 431 (ambiti territoriali definiti)³.
- Distingue tra due nozioni giuridiche: quella di bene paesaggistico (il bene vincolato) e quella di paesaggio⁴.

1. “Art. 2. Il patrimonio culturale è costituito dai beni culturali e dai beni paesaggistici. Sono beni culturali le cose immobili e mobili che, ai sensi degli articoli 10 e 11, presentano interesse artistico, storico, archeologico, etnoantropologico, archivistico e bibliografico e le altre cose individuate dalla legge o in base alla legge quali testimonianze aventi valore di civiltà. Sono beni paesaggistici gli immobili e le aree indicati all'articolo 134, costituenti espressione dei valori storici, culturali, naturali, morfologici ed estetici del territorio, e gli altri beni individuati dalla legge o in base alla legge”.

2. “Art. 131. “Per paesaggio si intende il territorio espressivo di identità, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali, umani e dalle loro interrelazioni. Il presente Codice tutela il paesaggio relativamente a quegli aspetti e caratteri che costituiscono rappresentazione materiale e visibile dell'identità nazionale, in quanto espressione di valori culturali”.

3. “Art.136. Sono soggetti alle disposizioni di questo Titolo per il loro notevole interesse pubblico: le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale (...), le bellezze panoramiche (...). Art. 142. Sono comunque sottoposti alle disposizioni di questo Titolo in ragione del loro interesse paesaggistico: a) i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia (...) b) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, (...) c) i fiumi, i torrenti ed i corsi d'acqua (...) e le relative sponde o piede degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna; d) le montagne per la parte eccedente 1.600 metri sul livello del mare per la catena alpina e 1.200 metri sul livello del mare per la catena appenninica e per le isole; e) i ghiacciai e i circhi glaciali; f) i parchi e le riserve nazionali o regionali, (...) g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento; h) le aree assegnate alle università agrarie e le zone gravate da usi civici; i) le zone umide (...) l) i vulcani; m) le zone di interesse archeologico”.

4. “Veniamo al Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio D.Lgs 42/2004. Le principali innovazioni hanno riguardato: la netta distinzione (introdotta nel secondo decreto correttivo, n. 63/2008) tra due nozioni giuridiche: quella di beni paesaggistici (coincidenti con i beni vincolati) e quella, più ampia, di paesaggio (...)”. Sandro Amorosino. Dalle Leggi del 1939 al Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio. In Rapporto sullo stato delle politiche per il paesaggio. p. 32.

<i>Anno</i>	<i>Documento</i>	<i>Luogo</i>	<i>Ente</i>	<i>Vigenza</i>
2005	<i>Convenzione di Faro</i>	<i>Faro (Porto- gallo)</i>	<i>Consiglio d'Europa</i>	<i>Internazionale</i>

- Definisce “eredità culturale” tutti gli aspetti dell’ambiente risultanti dall’interazione fra le popolazioni e i luoghi¹.

1. “Art. 2. L’eredità culturale è un insieme di risorse ereditate dal passato che le popolazioni identificano, indipendentemente da chi ne detenga la proprietà, come riflesso ed espressione dei loro valori, credenze, conoscenze e tradizioni, in continua evoluzione. Essa comprende tutti gli aspetti dell’ambiente che sono il risultato del’interazione nel corso del tempo fra le popolazioni e i luoghi”.

2006	<i>Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 Norme in materia ambientale</i>	<i>Italia</i>	<i>Presidenza della Repubblica</i>	<i>Nazionale</i>
------	--	---------------	--	------------------

- Definisce ambiente il sistema di relazioni tra fattori antropici, fisici, chimici, naturalistici, climatici, paesaggistici, architettonici, culturali ed economici¹.

1. “Art. 5. Impatto ambientale: l’alterazione qualitativa e/o quantitativa dell’ambiente, inteso come sistema di relazioni tra fattori antropici, fisici, chimici, naturalistici, climatici, paesaggistici, architettonici, culturali ed economici (...)”.

2017	<i>Rapporto sullo stato delle politiche del Paesaggio (Stati Generali del Paesaggio)</i>	<i>Roma, 25-26 ott 2017</i>	<i>MiBACT. Osservatorio Nazionale per la qualità del paesaggio</i>	<i>Nazionale</i>
------	--	-------------------------------------	--	------------------

- Il paesaggio è definito anche come il contesto dei contesti¹.
- L’obiettivo è la ricognizione delle politiche per il paesaggio².
- Il Rapporto analizza le principali dinamiche di trasformazione antropiche del paesaggio, dal 1960 al 2012 attraverso degli indicatori, le politiche attuate dalle regioni con i PTP e PP, le procedure e gli attori.
- “Il luogo è l’opposto dello spazio, e il paesaggio è la forma del luogo”³.
- Elenca i sistemi informativi territoriali usati dal MiBACT⁴.

1. “Il paesaggio “contiene” i beni archeologici (parchi, siti, musei, ma anche i ritrovamenti fortuiti nel sottosuolo), interi centri storici, complessi monumentali, chiese, con tutto il patrimonio di apparati decorativi, quadri, sculture, tessuti, disegni, libri, documenti, arredi, suppellettili: il paesaggio potrebbe essere definito anche come il contesto dei contesti.” Caterina Bon Valsassina. Presentazione al Rapporto sullo stato delle politiche per il Paesaggio. In Rapporto sullo stato delle politiche per il paesaggio. Roma: CLAN Group, 2018, p. 21, ISBN 978-88-943177-1-8

2. “Si provvede ad una ricognizione, il più possibile capillare e sistematica, del quadro estremamente vario e complesso delle politiche per il paesaggio (e dei loro esiti) attuate a vari livelli e da diversi attori (non solo istituzionali), anche indagando i nessi e le connessioni con altre politiche e strategie comunque incidenti sulle trasformazioni del territorio e sui suoi assetti paesaggistici (politiche ambientali, agricole, urbanistico-territoriali, strategia del turismo, politiche della ricerca e dell’educazione, formazione professionale dei tecnici, ecc.)” Roberto Banchini. Introduzione al Rapporto sullo stato delle politiche per il Paesaggio. In Rapporto sullo stato delle politiche per il paesaggio. Roma: CLAN Group, 2018, p. 23, ISBN 978-88-943177-1-8

3. Franco Farinelli. Le politiche, il paesaggio e la politica. In Rapporto sullo stato delle politiche per il paesaggio. Roma: CLAN Group, p. 47, ISBN 978-88-943177-1-8

4. Rapporto sullo stato delle politiche per il paesaggio. Roma: CLAN Group, 2018, p. 173-174, ISBN 978-88-943177-1-8

<i>Anno</i>	<i>Documento</i>	<i>Luogo</i>	<i>Ente</i>	<i>Vigenza</i>
2017	<i>Stati Generali del Paesaggio. Atti</i>	<i>Roma, 25 - 26 ott 2017</i>	<i>MiBACT. Osservatorio Nazionale per la qualità del paesaggio</i>	<i>Nazionale</i>

- “Il paesaggio è il contesto in cui vivono i cittadini”¹.
- Le descrizioni e rappresentazioni strutturali del territorio devono cogliere le relazioni tra i caratteri idromorfologici e insediativi².
- Si dichiara che nel paesaggio italiano, formato nel corso di migliaia di anni, non è possibile dividere la parte ecologica, da quella culturale, da quella ambientale³.
- Andrea Carandini sostiene la necessità di avere degli strumenti per la rappresentazione del paesaggio affinché si possa discuterne⁴.
- Il paesaggio è un sistema di relazioni che caratterizzano i luoghi, ognuno dei quali è contraddistinto da una specificità⁵.
- Il documento rivolge una attenzione al diritto al paesaggio, consolidandone i concetti finora emersi nei documenti legislativi, tuttavia non perviene ad un nuovo concetto di paesaggio.

1. “Il paesaggio non è più considerato come un vuoto a riempire. Non è più considerato secondo un criterio estetico. Il paesaggio è, ed è stato molto ben detto dall’intervento che mi ha preceduto richiamando i principi della Convenzione Europea del Paesaggio, il contesto in cui vivono i cittadini.” Ilaria Borletti Buitoni. In Stati Generali del Paesaggio. Atti. Roma: Gangemi, p. 7.

2. “Ben sottolineano Anna Marson e Angela Barbanente, in uno dei testi del Rapporto sullo stato delle politiche per il paesaggio, come le esperienze più recenti di pianificazione convergano “verso descrizioni, interpretazioni e rappresentazioni strutturali del territorio regionale tese a cogliere le relazioni che legano nella lunga durata i caratteri idrogeomorfologici, ecosistemici e insediativi del territorio nei paesaggi urbani e in quelli rurali”. Roberto Banchini. In Stati Generali del Paesaggio. Atti. Roma: Gangemi, p. 28.

3. “(...) una mappa antica dell’Italia che ci racconta di come il sistema culturale sia in stretta connessione con quello ecologico, il paesaggio sia intriso di significati e valori umanistici, il costruito culturale, in cui il paesaggio culturale è modellato nel paesaggio naturale, e viceversa. Un sistema che in Italia si è formato nel corso di migliaia di anni, intrinsecamente interconnesso e del quale non è quindi possibile scindere parte ecologica, parte culturale, parte ambientale. C’è, nel paesaggio del nostro Paese un fortissimo valore identitario.” Stefano Laporta. In Stati Generali del Paesaggio. Atti. Roma: Gangemi, p. 57.

4. “Non è un caso che il catalogo del Ministero cataloghi oggetti, ma noi non abbiamo dei GIS, non abbiamo dei sistemi informativi territoriali e, se non lo rappresentiamo questo paesaggio, se non lo possiamo in qualche modo imprigionare cognitivamente, di cosa parliamo?” Andrea Carandini. In Stati Generali del Paesaggio. Atti. Roma: Gangemi, p. 133.

5. “Paesaggio è sistema di relazioni storiche, culturali, formali, fisiche, funzionali oltre che, ovviamente, ecologico-ambientali tra i componenti dei luoghi, legati tra loro da motivazioni e proprietà specifiche che sono proprie del concetto di sistema. Chi lavora come specialista del paesaggio vede, interpreta e lavora innanzitutto sui sistemi di relazione che caratterizzano i luoghi. Inoltre, lavorare sul paesaggio significa avere enorme rispetto per le specificità dei luoghi la cui conoscenza è il punto di partenza imprescindibile di ogni attività.” Lionella Scazzosi. In Stati Generali del Paesaggio. Atti. Roma: Gangemi, p. 157.

<i>Anno</i>	<i>Documento</i>	<i>Luogo</i>	<i>Ente</i>	<i>Vigenza</i>
2018	<i>Carta Nazionale del Paesaggio Elementi per una Strategia per il paesaggio italiano (Stati Generali del Paesaggio)</i>	<i>Italia, 14 mar 2018</i>	<i>MiBACT. Osservatorio Nazionale per la qualità del paesaggio</i>	<i>Nazionale</i>

- La Carta indica una strategia nazionale finalizzata a mettere il paesaggio al centro delle politiche¹.
- L'obiettivo è coniugare la tutela e la valorizzazione del paesaggio².
- La Carta individua tre obiettivi ed azioni per attuarli: “promuovere nuove strategie per governare la complessità del paesaggio, promuovere l'educazione e la formazione alla cultura e alla conoscenza del paesaggio, tutelare e valorizzare il paesaggio come strumento di coesione, legalità, sviluppo sostenibile e benessere, anche economico”³.

1. “La Carta nazionale si rivolge a quanti avranno future responsabilità di governo ai diversi livelli istituzionali indicando una strategia nazionale per il paesaggio. Ciò con l'obiettivo o quanto meno la speranza che il paesaggio italiano venga finalmente messo al centro di tutte le politiche pubbliche, e non solo di quelle di tutela come fino ad ora è stato.”

Ilaria Borletti Buitoni. In *Carta Nazionale del Paesaggio. Elementi per una Strategia per il paesaggio italiano*. Roma: Gangemi, 2018, p. 3.

2. “Scopo della Carta nazionale del paesaggio (...) è indicare una strategia che, dando piena attuazione ai valori fondamentali espressi nell'art. 9 della Costituzione (...) coniughi tutela e valorizzazione del paesaggio con forme compatibili di sviluppo durevole, equo e diffuso.” In *Carta Nazionale del Paesaggio. Elementi per una Strategia per il paesaggio italiano*. Roma: Gangemi, 2018, p. 6.

3. La Carta nazionale del paesaggio propone alcune sintetiche indicazioni programmatiche a chi avrà la responsabilità di condurre il nostro Paese nei prossimi decenni. Essa individua tre obiettivi strategici e per ciascuno di essi alcune azioni.

Appendice

Appunti grafici

— 25 m H max

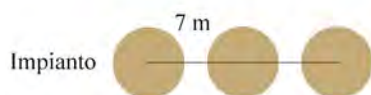
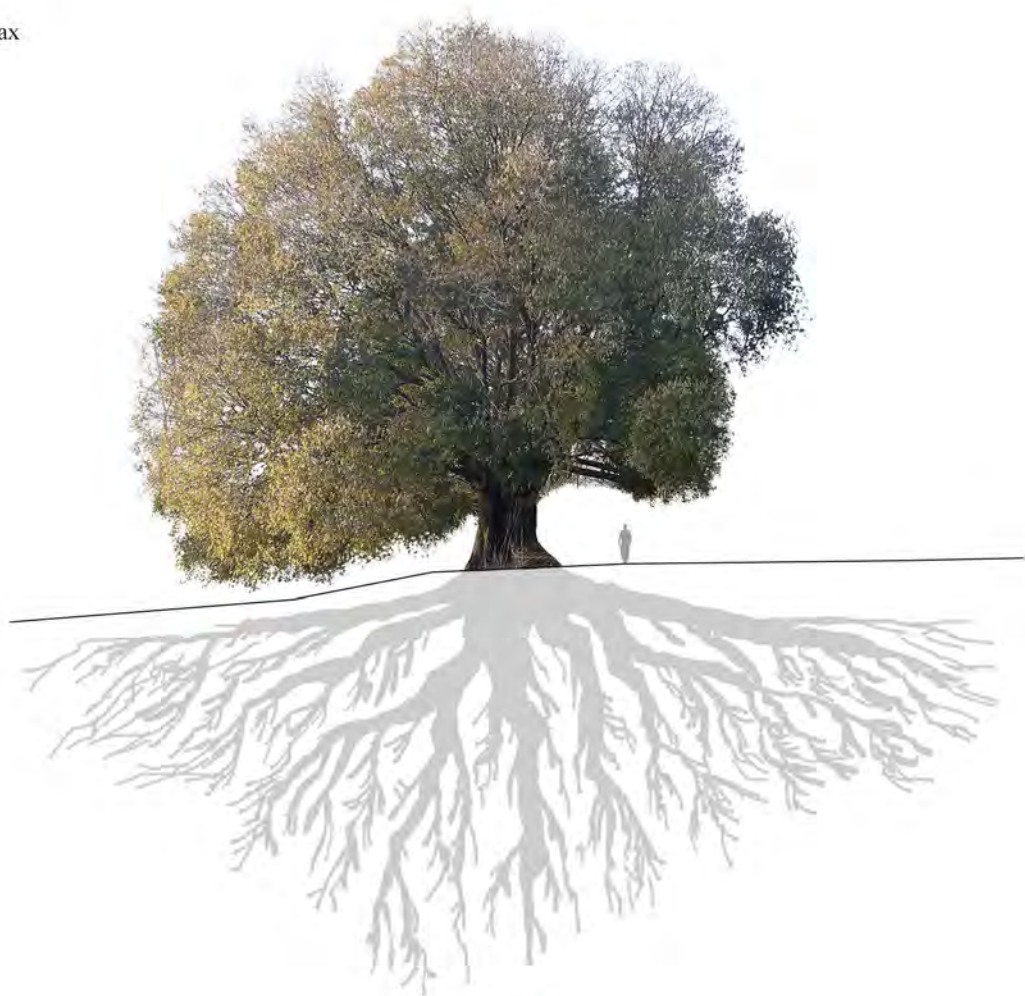
— 20

— 15

— 10

— 5

— 0

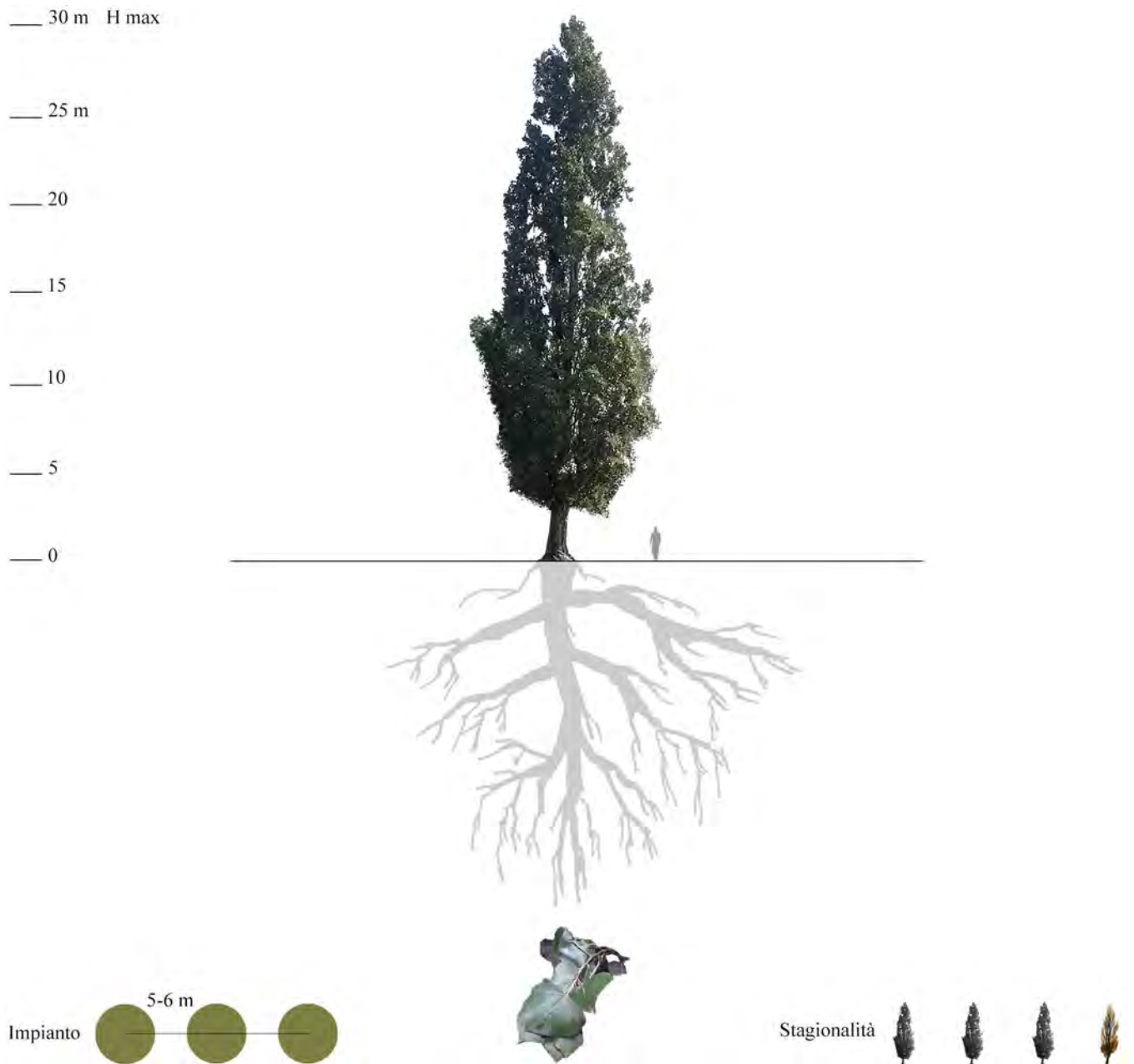


Stagionalità

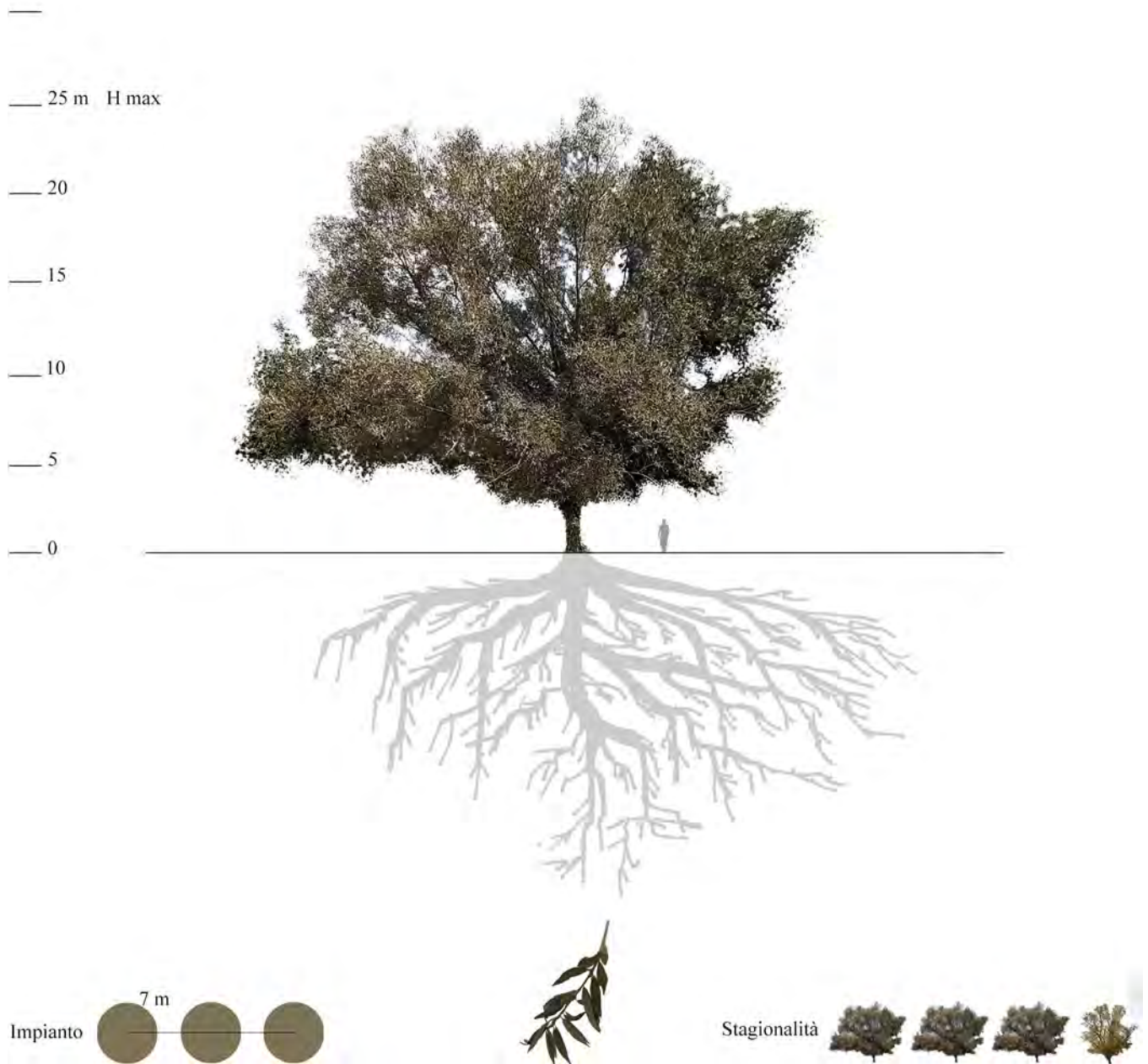


Celtis australis
Bagolaro

Sara Colaceci



Populus nigra
Pioppo nero



Salix alba
Gelso bianco

Sara Colaceci

— 30 m H max

— 25

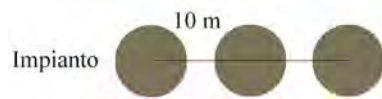
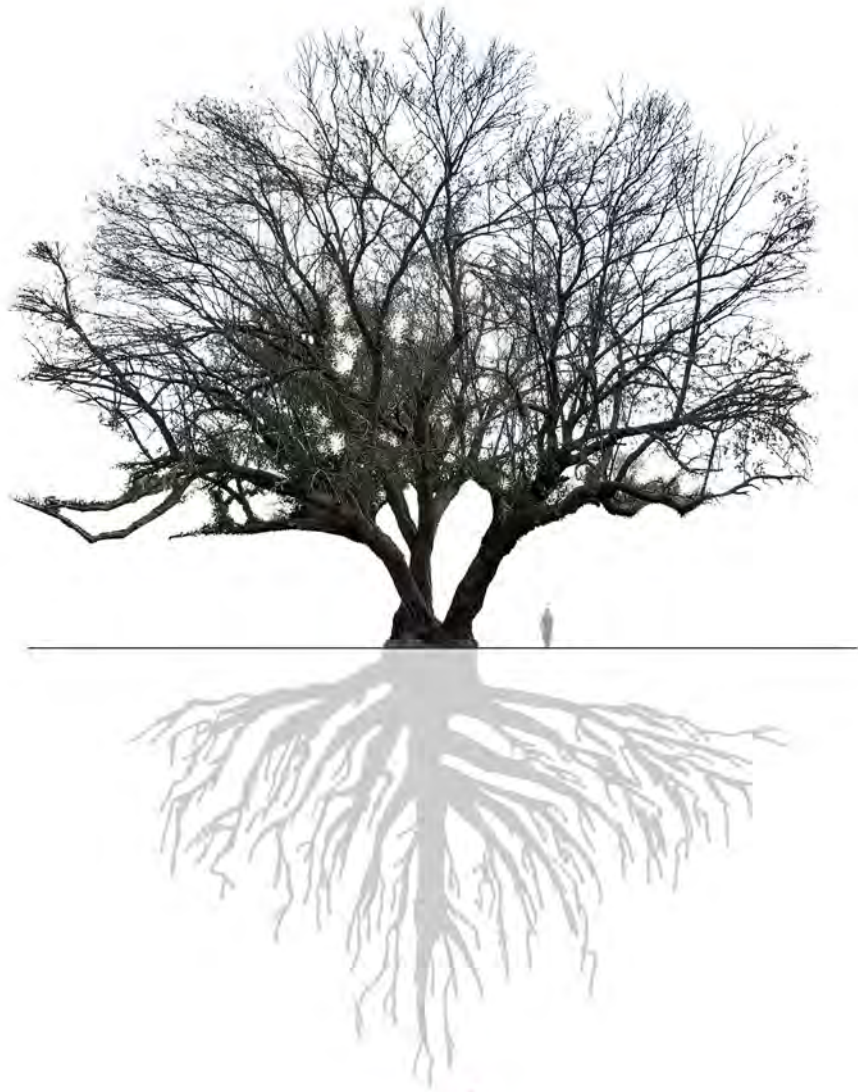
— 20

— 15

— 10

— 5

— 0



Ulmus minor
Olmo comune

*"Pensare allo spazio progettato
secondo le specie dello spazio geografico significa,
a nostro avviso,
tentare di porre di fronte all'uomo
uno spazio di grande potenziale.
L'uomo al cospetto del paesaggio
scopre che il suo eventuale confronto con la natura
è denso di possibilità
e che questo paesaggio altro non è
se non il supporto potenziale della totalità dei suoi atti vitali".*

*Emilio Battisti, Sergio Crotti
Note sulla lettura del paesaggio antropogeografico.
Edilizia moderna, 87-88, 1966.*

Glossario

American Society of Landscape Architects (ASLA)

“Fondata nel 1899, l’ASLA è l’associazione professionale degli architetti paesaggisti negli Stati Uniti, che rappresenta più di 15.000 membri. Gli architetti del paesaggio guidano la pianificazione, la progettazione e la gestione di ambienti sani, equi, sicuri e resilienti. La missione della Società è far progredire l’architettura del paesaggio attraverso la difesa, la comunicazione, l’istruzione e l’amicizia” (<https://www.asla.org/aboutasla.aspx>). Consultato il 17 maggio 2020.

Ambiente

“I termini ambiente, territorio, paesaggio, sono - come è noto - presenti e assumono significati diversi in diversi ambiti disciplinari e culturali (naturalistico-ecologico, storico-geografico, filosofico-estetico, socio-economico- antropologico, urbanistico-architettonico). Vorrei cercare di sintetizzare i contenuti e le correlazioni tra i termini ambiente, territorio, paesaggio, precisando che - come accade per ogni tentativo di definizione e schematizzazione - lo scopo è soprattutto quello di facilitare la ricerca delle tante correlazioni tra le interpretazioni e la sostanza degli oggetti e che alle definizioni non si attribuisce un valore assoluto né statico. [...] Il termine ambiente viene assunto soprattutto secondo l’accezione di tipo fisico-naturalistico-ecologico come insieme di risorse biotiche e abiotiche tra loro correlate e interagenti” (Calzolari 2000, p. 56).

Architettura vegetale

La locuzione “architetture vegetali” si riferisce al concetto espresso nei primi due articoli della Carta dei Giardini Storici di Firenze del 1981, redatta dal Comitato internazionale dei giardini e dei siti storici ICOMOS-IFLA. In essi si paragona il giardino storico a una architettura composta da materiale vegetale. “Art. 1 - Un giardino storico è una composizione

architettonica e vegetale che dal punto di vista storico o artistico presenta un interesse pubblico. Come tale è considerato come un monumento. Art. 2 - Il giardino storico è una composizione di architettura il cui materiale è principalmente vegetale, dunque vivente e come tale deteriorabile e rinnovabile”.

Classify LAS Ground

In ArcGIS Pro 2.7, *Classify LAS Ground* è un’operazione di *geoprocessing* all’interno del set di strumenti di classificazione, la quale permette di classificare i punti a terra dei dati *.las*. La classificazione dei dati *.las* è presente in 3d Analyst. “L’estensione ArcGIS 3D Analyst in ArcGIS Pro fornisce strumenti per creare, visualizzare e analizzare i dati GIS in un contesto tridimensionale (3D)” (<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/analysis/3d-analyst/get-started-with-3d-analyst-in-pro.htm>). Consultato il 18 ottobre 2021.

Clip

In ArcGIS Pro 2.7, *Clip* è uno strumento di *geoprocessing* che consente di ritagliare un set di dati. Determina un sottoinsieme geografico delle caratteristiche in un altro set di dati più grande (<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/analysis/clip.htm>). Consultato il 05 aprile 2020.

Create LAS Dataset

In ArcGIS Pro 2.7, *Create LAS Dataset* è una operazione di *geoprocessing* che genera un file autonomo che fa riferimento alla nuvola di punti. “Il set di dati LAS è un file autonomo che risiede in una cartella e fa riferimento ai dati nel formato *.las*” (<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/data/las-dataset/create-a-las-datasets.htm>). Consultato il 12 ottobre 2021.

Sara Colaceci

Dati vettoriali

In ambiente GIS, i dati vettoriali (in formato shapefile) sono utilizzati per la rappresentazione di tutti gli elementi discreti che compongono la realtà (come ad esempio edificato, strade, vegetazione, uso del suolo, idrografia, divisioni poderali, elementi di arredo urbano, confini amministrativi) attraverso punti, linee e poligoni.

Dati raster

In ambiente GIS, i raster sono utilizzati per la rappresentazione degli elementi continui, quali la superficie del terreno, come il DEM.

Digital Elevation Model (DEM)

È il modello digitale di elevazione, ossia è una rappresentazione raster a scala di colore della superficie della Terra, senza volumi costruiti e senza vegetazione, per cui ad ogni punto x, y corrisponde un certo valore tonale, equivalente ad un valore di quota.

Le modalità per determinare un DEM si basano su un processo di interpolazione di dati che, a seconda della distribuzione regolare o irregolare di valori conosciuti, è in grado di calcolare i valori non noti, quindi, vi è alla base un calcolo statistico.

“È l'insieme di dati digitali che descrivono i valori di elevazione della superficie terrestre (o qualsiasi altra superficie) che contiene informazioni aggiuntive sul carattere di questa superficie (cioè linee strutturali, linee di interruzione, corpi idrici, ecc.) e l'algoritmo di interpolazione, che è il migliore per l'approssimazione (modellazione) della topografia reale. Un DEM è una rappresentazione completa di una superficie terrestre, il che significa che le altezze sono disponibili in ogni punto dell'area di interesse.” (Bartłomiej 2017, p. 84).

“Il DEM è una rappresentazione della superficie topografica del suolo nudo escludendo alberi, edifici e qualsiasi altro oggetto di superficie” (https://www.usgs.gov/faqs/what-a-digital-elevation-model-dem?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products). Consultato il 26 maggio 2020.

Riferendosi all'ambiente GIS, alcuni autori utilizzano DTM e DEM come sinonimi e spesso è così, ma in alcuni casi si riferiscono a prodotti differenti. In questa sede si intendono

come diversi poiché hanno un formato differente e si riferiscono a prodotti differenti: il DTM è formato vettoriale mentre il DEM è formato raster grid, inoltre il DTM è il dato di origine dal quale elaborare il DEM. Li accumuna il fatto che descrivono la sola superficie senza alberi, senza vegetazione e senza costruzioni antropiche.

Digital Terrain Model (DTM)

È una rappresentazione numerica digitale del terreno. Miller e Laflamme del MIT nel 1958 lo definirono come “una rappresentazione statistica della superficie continua del terreno da un gran numero di punti selezionati con coordinate x, y, z note in un campo di coordinate arbitrario” (Miller, Laflamme 1958, pp. 433-442).

“Un DTM è un insieme ordinato di punti dati campionati che rappresentano la distribuzione spaziale di vari tipi di informazioni sul terreno [...]. È comunemente considerata una rappresentazione 2.5D delle informazioni sul terreno nello spazio geografico 3D” (Li, Zhu, Gold 2005, pp. 7-9).

Riferendosi all'ambiente GIS, alcuni autori utilizzano DTM e DEM come sinonimi e spesso è così, ma in alcuni casi si riferiscono a prodotti differenti. In questa sede si intendono come diversi poiché hanno un formato differente e si riferiscono a prodotti differenti: il DTM è formato vettoriale mentre il DEM è formato raster grid, inoltre il DTM è il dato di origine dal quale elaborare il DEM. Li accumuna il fatto che descrivono la sola superficie senza alberi, senza vegetazione e senza costruzioni antropiche.

Riferendosi all'ambiente di Information Modeling, il DTM è generato tramite il metodo Triangulated Irregular Network (TIN), quindi è una superficie di elevazione costituita da punti disposti irregolarmente nello spazio, la quale esprime l'andamento del terreno senza edificazioni e senza vegetazione.

Environmental System Research Institute (ESRI)

Nato come centro di ricerca nel 1969 negli USA, è poi diventato una delle maggiori imprese commerciali al mondo. Attualmente è una delle maggiori aziende di produzione di applicativi GIS, per soluzioni geospaziali e geolocalizzazione (<https://www.esriitalia.it/>). Consultato il 02 dicembre 2021.

Geographic Information System (GIS)

Il GIS è un sistema in grado di integrare informazioni geografiche, informazioni descrittive e informazioni geometriche. Numerose sono le definizioni in letteratura poiché è difficile dare una definizione univoca. Ciò deriva dal fatto che è usato in numerosi campi, che coinvolge differenti aree disciplinari e che ci sono molti modi per specificare e classificare gli oggetti. Tuttavia, la ragione principale per cui è stato arduo fornire una definizione è dipesa da un dibattito accademico finalizzato a stabilire quale sia il *focus* centrale del GIS: alcuni sostengono che siano l'*hardware* e il *software*, altri indicano che sia il processo delle informazioni, altri individuano le applicazioni. Di seguito sono proposte alcune celebri definizioni presenti in letteratura.

Il *Department of Environment* della Gran Bretagna lo spiega come “un sistema per l’acquisizione, l’archiviazione, il controllo, la manipolazione, l’analisi e la visualizzazione di dati riferiti spazialmente alla Terra” (Department of Environment 1987, p. 132).

Parker lo specifica come “una tecnologia di azione che memorizza, analizza e visualizza dati spaziali e non spaziali” (Parker 1988, p. 1547).

Smith *et al.* lo indicano come “un sistema di database in cui la maggior parte dei dati sono indicizzati spazialmente e su cui ha operato un insieme di procedure per rispondere alle domande sulle entità spaziali nel database” (Smith *et al.* 1987, p. 13). Ozemoy, Smith e Sicherman lo qualificano come “un insieme automatizzato di funzioni che fornisce ai professionisti capacità avanzate per l’archiviazione, il recupero, la manipolazione e la visualizzazione di dati localizzati geograficamente” (Ozernoy, Smith e Sicherman 1981, p. 92.).

Burrough lo definisce “un potente set di strumenti per acquisire, archiviare, estrarre, trasformare e visualizzare dati spaziali dal mondo reale” (Burrough 1986, p. 6).

Da queste enunciazioni si evidenziano quattro fattori facenti parte del sistema informativo: il dato spaziale, ossia geometricamente definito; il dato non spaziale, ossia descrittivo tramite numeri e testi; il database per l’archiviazione; la localizzazione geografica sulla superficie della Terra.

È, quindi, un sistema che ha le caratteristiche di archiviazione di un database digitale, le potenzialità di disegno dei CAD, la capacità di elaborare e trasformare i dati al suo interno in nuove informazioni, la capacità di georeferenziare elementi.

È uno strumento che consente di gestire elevate quantità di dati riguardanti oggetti, fenomeni oppure eventi appartenenti alla città e al territorio.

I termini Sistema Informativo Territoriale (SIT) e Geographic Information System (GIS) sono utilizzati in Italia in due modi: alcuni autori li usano come sinonimi; altri autori tendono a differenziarne l’uso, secondo la storica definizione di Mogorovich e Mussio “Un sistema informativo territoriale indica il complesso di uomini, strumenti e procedure (spesso informali) che permettono l’acquisizione e la distribuzione dei dati nell’ambito dell’organizzazione e che li rendono disponibili, validandoli, nel momento in cui sono richiesti a chi ne ha la necessità per svolgere una qualsivoglia attività”. (Mogorovich, Mussio 1988, p. 503).

In questa definizione si sottolinea l’apporto delle scelte umane. Alcuni autori associano il GIS all’ambito tecnologico-applicativo mentre associano il SIT all’ambito amministrativo. In questa sede, onde generare inutili confusioni, si intendono come sinonimi.

Geoide

Se ipotizziamo la superficie della Terra come il livello medio dei mari si ottiene un modello fisico detto Geoide, che non è un ellissoide e né uno sferoide. Il Geoide ha una formulazione matematica complessa, pertanto si approssima la superficie della Terra ad un ellissoide, in particolare l’ellissoide WGS84 (*World Geodetic System* 1984). Geoide ed ellissoide non coincidono quasi mai. In Italia lo scostamento tra il Geoide e l’ellissoide è di 40-50 metri.

Geoprocessing

Il *geoprocessing* è un insieme di strumenti per l’elaborazione di dati geografici, per eseguire analisi spaziali e gestire i dati GIS in modo automatizzato.

Hillshade

La funzione Hillshade in ArcGIS Pro è “una rappresentazione 3D della superficie del terreno, con la posizione relativa del sole presa in considerazione per l’ombreggiatura dell’immagine. L’ombreggiatura è una tecnica per visualizzare il

Sara Colaceci

terreno determinato da una fonte di luce e dalla pendenza e dall'aspetto della superficie dell'elevazione. È un metodo qualitativo per visualizzare la topografia e non fornisce valori assoluti di elevazione. Questa funzione fornisce due opzioni per la generazione di ombreggiature: tradizionale e multidirezionale. Il metodo tradizionale calcola l'ombra utilizzando una fonte di illuminazione da una direzione utilizzando le proprietà di altitudine e azimut per specificare la posizione del sole. Il metodo multidirezionale combina la luce proveniente da più fonti per rappresentare il terreno in ombra” (<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/analysis/raster-functions/hillshade-function.htm>). Consultato il 06 agosto 2021.

Industry Foundation Classes (IFC)

È un formato di scambio aperto per garantire flussi di lavoro tra applicativi differenti. “In generale, IFC, o *Industry Foundation Classes*, è una descrizione digitale standardizzata dell'ambiente costruito, inclusi edifici e infrastrutture civili. È uno standard internazionale aperto (ISO 16739-1: 2018), pensato per essere indipendente dal fornitore o indipendente e utilizzabile su un'ampia gamma di dispositivi hardware, piattaforme software e interfacce per molti casi d'uso diversi. Nello specifico, lo schema IFC è un modello di dati standardizzato che codifica, in modo logico l'identità e la semantica, le caratteristiche o gli attributi e relazioni di oggetti, concetti astratti, processi e persone. [...] IFC viene generalmente utilizzato per scambiare informazioni da una parte all'altra per una specifica transazione commerciale” (<https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>). Consultato il 15 aprile 2020.

Intermap

È una società che si occupa di raccolta e fornitura di dati 3D del terreno. È una delle fonti dei dati per determinare il World Hillshade all'interno di ArcGIS Pro.

Isoipse

Le isoipse o curve di livello sono linee che uniscono tutti i punti geografici che hanno la medesima quota.

Landscape Institute (LI)

Dal 1930 nel Regno Unito il “Landscape Institute (LI) è l'ente abilitato alla professione paesaggistica. È un ente di beneficenza educativo che promuove l'arte e la scienza della pratica del paesaggio. L'obiettivo della LI, attraverso il lavoro dei suoi membri, è quello di proteggere, conservare e valorizzare l'ambiente naturale e costruito a beneficio del pubblico. Il LI offre una casa professionale per tutti i professionisti del paesaggio, inclusi scienziati del paesaggio, pianificatori del paesaggio, architetti del paesaggio, gestori del paesaggio e progettisti urbani” (<https://www.landscapeinstitute.org/about/about-the-landscape-institute/>). Consultato il 13 maggio 2020.

Las dataset to raster

In ArcGIS Pro 2.7, *Las dataset to raster* è un'operazione di *geoprocessing* la quale genera un raster utilizzando i valori di elevazione dei punti in formato *.las* (<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/conversion/las-dataset-to-raster.htm>). Consultato il 02 dicembre 2021.

Las dataset to TIN

In ArcGIS Pro 2.7, *Las dataset to TIN* è un'operazione di *geoprocessing* la quale genera una superficie irregolare composta da triangoli a partire da un insieme di punti in formato *.las* (<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/3d-analyst/las-dataset-to-tin.htm>). Consultato il 02 dicembre 2021.

Make las dataset layer

In ArcGIS Pro 2.7, *Make las dataset layer* è un'operazione di *geoprocessing* che consente di estrapolare i punti appartenenti ad una specifica classe dalla nuvola di punti in formato *.las* (<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/data-management/make-las-dataset-layer.htm>). Consultato il 02 dicembre 2021.

National Aeronautics and Space Administration (NASA)

La National Aeronautics and Space Administration è l'agenzia governativa statunitense per la ricerca aerospaziale. È una delle fonti dei dati per determinare il World Hillshade all'interno di ArcGIS Pro.

National Geospatial-Intelligence Agency (NGA)

La National Geospatial-Intelligence Agency è un'agenzia che si occupa di fornitura di intelligenza geospaziale. È una delle fonti dei dati per determinare il World Hillshade all'interno di ArcGIS Pro.

Ontologia

Con il termine ontologia in informatica e nella computer science si intende lo studio dei problemi della semantica dell'informazione e dell'organizzazione di insiemi di concetti e la possibilità di individuare degli standard di interoperatività fra sistemi di conoscenza. [...] Nella progettazione di software o di database fondati su programmi che gestiscono basi di conoscenza, un'ontologia informatica viene stabilita strutturando gerarchicamente un insieme di concetti e definendone e descrivendone le relazioni semantiche" (https://www.treccani.it/enciclopedia/ontologia-informatica_%28Lessico-del-XXI-Secolo%29/). Consultato il 02 aprile 2020.

Ortofoto

È una fotografia geometricamente rettificata e georeferenziata. Un'ortofoto può essere utilizzata per eseguire misure in quanto raffigura un'accurata rappresentazione della superficie terrestre.

Paesaggio

"I termini ambiente, territorio, paesaggio, sono - come è noto - presenti e assumono significati diversi in diversi ambiti disciplinari e culturali (naturalistico-ecologico, storico-geografico, filosofico-estetico, socio-economico- antropologico, urbanistico-architettonico). Vorrei cercare di sintetizzare i contenuti e le correlazioni tra i termini ambiente, territorio, paesaggio, precisando che - come accade per ogni tentativo di

definizione e schematizzazione - lo scopo è soprattutto quello di facilitare la ricerca delle tante correlazioni tra le interpretazioni e la sostanza degli oggetti e che alle definizioni non si attribuisce un valore assoluto né statico. [...] Il paesaggio è la manifestazione sensibile e percepita in senso estetico, del sistema di relazioni che si determina nell'ambiente biofisico e antropico e che caratterizza il rapporto delle società umane e dei singoli individui con l'ambiente e con il territorio" (Calzolari 2000, p. 56).

Pittura di paesi

Alla fine del XV secolo la locuzione "pittura di paesi" iniziò a diffondersi per identificare un genere artistico, con l'uso di "paese" che si riferiva ad un territorio rurale o ad una vasta regione (Tosco 2007, p. 23).

Piero Camporesi scrive

Nel Cinquecento non si conosceva il paesaggio nel senso moderno del termine, bensì il paese, che corrispondeva grosso modo al nostro attuale territorio [...] vale a dire un luogo o uno spazio visto sotto il profilo delle sue caratteristiche fisiche e alla luce delle forme di popolamento umano e delle risorse economiche che gli appartengono in proprio (Camporesi 1992, p. 57).

Successivamente all'uso di "pittura di paesi", comparve il termine "paesaggio" come neologismo nella metà del XVI secolo per indicare non la realtà paesistica bensì la sua rappresentazione (Bravo 2010, p. 156).

Infatti, il lemma francese *paysage* emerse come un nuovo vocabolo specifico attribuito alla pittura, attestato nel 1549 nel dizionario di Robert Estienne (Tosco 2007, p. 23).

Da qui, si ebbe la successiva trasposizione italiana "paesaggio" che, analogamente a *paysage*, comparve per la prima volta nell'ambito della raffigurazione per designare il genere pittorico, infatti esso comparve inizialmente nel 1552 in una lettera di Tiziano a Filippo II (Farinelli 2013, p. 1).

Si comprende come "paesaggio" e "rappresentazione" siano intrinsecamente connessi secondo un duplice legame: nella genesi del lemma "paesaggio" e nel rapporto tra oggetto e sua immagine.

Se "paese" indicava una porzione di spazio fisico con forme di acquisizione antropica, la sua rappresentazione era definita

Sara Colaceci

“pittura di paesi” e successivamente “paesaggio”. Ciò a dimostrazione dell’origine pittorico-artistica del lemma, quindi parte del campo della rappresentazione.

Point to raster

In ArcGIS Pro 2.7 *Point to raster* è un’operazione di *geoprocessing* la quale genera un raster a partire da un insieme di punti in formato *.dxf*. (<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/tool-reference/conversion/point-to-raster.htm>). Consultato il 02 dicembre 2021.

Product data templates

Il gruppo di lavoro del *Landscape Institute*, denominato *Digital Practice Group*, ha sviluppato *product data templates* (pdt), ossia un insieme di possibili parametri per numerose categorie appartenenti all’architettura del paesaggio, disposte in fogli di calcolo. I template riguardano: vegetazione, elementi di illuminazione, panchine, fioriere, elementi di protezione, recinzioni, terreni, pensiline, box per uccelli, attrezzature da gioco. Ogni elemento è classificato secondo le seguenti sottocategorie: dati del produttore, applicazione, dati di costruzione, dati dimensionali, dati sulle prestazioni, sostenibilità, operazioni e manutenzione. Ogni criterio ha delle specifiche con dei valori già impostati e listati da selezionare.

Si tratta di una classificazione puntuale e sistematica la quale affronta per la prima volta il contenuto informativo che ogni elemento dovrebbe possedere nell’intero processo della progettazione dell’architettura del paesaggio, essendo disponibili a tutti i soggetti coinvolti.

Una menzione particolare merita il template dedicato alla vegetazione, comprendente: denominazione (nome botanico, categoria e sottocategoria), dati dimensionali (altezza, propagazione, circonferenza, età e condizione, condizione e protezione delle radici, dimensione cella o contenitore, terreno di impianto, origine e provenienza, Paese); requisiti di impianto (aspetto e ombreggiatura, acido o alcalino, umidità, tipo di terreno); dati dell’essenza (altezza massima, anni alla massima altezza, abitudine o forma, texture fogliame, colore fogliame, fogliame colore autunno, persistenza del fogliame, forma del fogliame, tipo di fiore, colore del fiore, stagione dei fiori, colore invernale, caratteristica, stagione di interes-

se, commestibile o ritaglio, idoneità o utilizzo, profumo); dati sulle prestazioni (tasso di crescita, vita efficace, zona USDA massima, zona USDA minima, tolleranza, tossicità, spine o punte, biodiversità, clima, regione nativa); sostenibilità; operazioni e manutenzione (quotidiana, settimanale, mensile, trimestrale) (<https://www.landscapeinstitute.org/technical-resource/pdt-store/>). Consultato il 13 maggio 2020.

Quota ortometrica

La quota indicata nelle cartografie e nelle CTR è la quota ortometrica, cioè quella che indica il valore sul livello del mare, quindi si riferisce alla superficie del Geode.

Quota ellissoidica

Il GPS misura le coordinate di latitudine, longitudine e altitudine di un punto che si riferisce alla superficie dell’ellissoide WGS84. Geode ed ellissoide non coincidono quasi mai. In Italia lo scostamento tra il Geode e l’ellissoide è di 40-50 metri. Il valore rilevato dal GPS, dunque, non è la quota ortometrica (sul livello del mare) bensì è la quota ellissoidica. “La cartografia è quindi una rappresentazione bidimensionale di due distinte superfici: l’ellissoide su cui proiettiamo i punti rilevati planimetricamente, ed il Geode per le relative quote altimetriche” (Biallo 2005, p. 65).

Raster grid

È una delle strutture di dati per individuare le superfici topografiche in GIS. *Raster grid* risulta essere una griglia regolare, composta da celle uguali che costituiscono l’unità. La griglia è memorizzata tramite una matrice nella quale ogni cella è individuata dagli indici di riga e di colonna. Ad ogni cella corrisponde una posizione geografica.

Shapefile

Formato vettoriale in ambiente GIS. Utilizzati per la rappresentazione di tutti gli elementi discreti che compongono la realtà (come ad esempio edificato, strade, vegetazione, uso del suolo, idrografia, divisioni poderali, elementi di arredo urbano, confini amministrativi) attraverso punti, linee e poligoni.

Statsbygg

Agenzia governativa norvegese che gestisce il patrimonio immobiliare pubblico, attraverso servizi di costruzione e gestione della proprietà per conto del governo.

Nel 2015, la Norvegia, tramite *Statsbygg*, ha avviato un gruppo di lavoro per lo sviluppo di un modello informativo per l'architettura del paesaggio, denominato *BIM for landskapsarkitektur*, il quale prevede l'identificazione e la classificazione di potenziali componenti facenti parte dei modelli da usare in questo settore.

Structure from Motion

È un processo caratterizzato da differenti fasi, il quale usa algoritmi della Computer Vision per ricostruire una scena tridimensionale (3D-structure) a partire da immagini bidimensionali (2D-motion).

Tassonomia

Il termine tassonomia è usato per indicare lo studio teorico della classificazione, attraverso la definizione esatta dei principi, delle procedure e delle norme che la regolano. [...] Più in generale, branca della scienza che studia i metodi di ordinamento in sistema degli elementi, delle conoscenze, dei dati, delle teorie appartenenti a un determinato ambito scientifico” (<https://www.treccani.it/vocabolario/tassonomia/>). Consultato il 02 aprile 2020.

Territorio

“I termini ambiente, territorio, paesaggio, sono - come è noto - presenti e assumono significati diversi in diversi ambiti disciplinari e culturali (naturalistico-ecologico, storico-geografico, filosofico-estetico, socio-economico- antropologico, urbanistico-architettonico). Vorrei cercare di sintetizzare i contenuti e le correlazioni tra i termini ambiente, territorio, paesaggio, precisando che - come accade per ogni tentativo di definizione e schematizzazione - lo scopo è soprattutto quello di facilitare la ricerca delle tante correlazioni tra le interpretazioni e la sostanza degli oggetti e che alle definizioni non si attribuisce un valore assoluto né statico. Il termine territorio viene assunto soprattutto secondo l’accezione delle discipline

umanistiche (socio economiche-territoriali antropologiche)” (Calzolari 2000, p. 56).

Triangulated Irregular Network (TIN)

È una superficie di elevazione formata da un insieme di punti disposti irregolarmente nello spazio, i quali costituiscono i vertici di triangoli irregolari. I TIN sono una forma di dati digitali basati su vettori.

United States Geological Survey (USGS)

La United States Geological Survey è un’agenzia governativa statunitense che si occupa di ricerca nell’ambito delle scienze naturali, biologiche e terrestri. È una delle fonti dei dati per determinare il World Hillshade all’interno di ArcGIS Pro.

Universal Transverse of Mercator (UTM)

“Con una superficie ellissoidica è già possibile rappresentare le coordinate di un punto attraverso gli angoli di latitudine e longitudine misurati dal centro dell’ellissoide, espressi in gradi e detti coordinate geografiche. [...] Per poter produrre una carta geografica è però necessario proiettare la superficie ellissoidica su un piano; le metodologie che consentono ciò sono definite proiezioni geografiche. Come è noto, non è però possibile rappresentare su un piano una superficie curva (tipo ellissoide o sfera) senza introdurre delle deformazioni di distanza, di area, o di angoli. [...] Pur con questi limiti, sono stati messi a punto vari sistemi di proiezione geografica” (Biallo 2005, p. 65).

Tra le differenti proiezioni, si cita la *Universal Transverse of Mercator* (UTM), ossia la proiezione universale trasversa di Mercatore, la quale è una proiezione della superficie terrestre su un piano. “UTM divide l’ellissoide di riferimento, per esempio WGS84, in segmenti dell’ampiezza di 6 gradi, ovvero in 60 segmenti (per avere un angolo giro di 360°).

La proiezione classica di Mercatore utilizza un cilindro verticale per la proiezione. UTM ruota il cilindro di 90° e per questo motivo prende il nome di Mercatore Trasversa Universale. Ognuna delle zone di UTM orienta un cilindro trasverso ruotato in modo diverso dagli altri. UTM è quindi un insieme di 60 proiezioni diverse e ognuna utilizza un diverso meridia-

Sara Colaceci

no come asse centrale di rotazione”. (<https://www.3dgis.it/it/proiezione-universal-transverse-mercator/>). Consultato il 13 ottobre 2021.

“UTM è caratterizzato dalla conformità, vale a dire che gli angoli locali rimangono inalterati a discapito della distorsione delle grandi dimensioni. [...] Le zone sono numerate da uno a sessanta, a partire dal meridiano di Greenwich e procedendo verso est fino al centottantesimo meridiano. Le lettere vengono assegnate da sud a nord” (<https://docs.bentley.com/LiveContent/web/MicroStation%20Help-v12/it/GUID-92370958-9F4A-D1EF-3148-9A6D04B53707.html>). Consultato il 13 ottobre 2021. L'Italia è rappresentata in due fusi di 6°, denominati fuso 32N e fuso 33N.

Visual Tree Assessment (VTA)

È un metodo per la valutazione della stabilità dell'albero, eseguito con il protocollo della Società Italiana di Arboricoltura. È condotto con approccio visivo e con attrezzature specifiche ove necessario (https://www.isaitalia.org/images/stories/documenti/Indispensabili/protocollo_vta.pdf). Consultato il 01 dicembre 2021.

WGS84 (World Geodetic System 1984)

WGS84 (World Geodetic System 1984) è il datum che definisce l'ellissoide che approssima la superficie della Terra. Se ipotizziamo la sua superficie come il livello medio dei mari si ottiene un modello fisico detto Geoide, che non è un ellissoide e né uno sferoide. Il Geoide ha una formulazione matematica complessa, pertanto si approssima la superficie della Terra ad un ellissoide.

Il centro e l'orientamento dell'ellissoide definiscono il datum. Il datum WGS84 è quello maggiormente conosciuto ed è usato dagli attuali GPS. A tal proposito, risultano esplicative le parole di Biallo: “Un sistema di coordinate di riferimento è definito dal cosiddetto datum, che individua il modello matematico usato per calcolare le coordinate geografiche dei singoli punti. Il datum è costituito da un set di otto parametri (due relativi alla forma dell'ellissoide e sei relativi alla posizione ed all'orientamento) e da una rete di punti di compensazione. Gli ellissoidi (cosiddetti “locali”) utilizzati dalla maggior parte di questi sistemi non sono geocentrici, ma hanno il

proprio centro spostato rispetto al centro di massa della Terra ed anche orientati in modo differente; per definire quindi i parametri dei datum, è necessario riferirli ad un punto di riferimento detto punto di emanazione. In pratica il datum è definito dall'ellissoide e dal punto di emanazione. [...] Fra i sistemi di riferimento internazionali, introdotti dalle tecnologie satellitari, è sicuramente da citare il WGS84 (World Geodetic System 1984). Il centro dell'ellissoide coincide con il centro di massa della Terra; l'asse Z è diretto verso il polo Nord; l'asse X è diretto verso il meridiano zero (Greenwich); l'asse Y completa una terna cartesiana destrorsa. A questo sistema non è ufficialmente associato alcun sistema cartografico anche se generalmente in Italia si associa alla rappresentazione UTM prendendo il nome di UTM - WGS84” (Biallo 2005, pp. 68-69).

*"Quando si descrive una forma,
la si deve frazionare in parti subordinate.
Si deve cioè indagare come è composta.
Quale intero, la forma,
è accessibile soltanto attraverso l'esperienza spontanea,
ma la descrizione deve procedere in modo analitico".*

*Christian Norberg-Schulz
Il paesaggio e l'opera dell'uomo.
Edilizia moderna, 87-88, 1966.*

Bibliografia ragionata

Date le molteplici aree tematiche ed ambiti che coinvolgono la rappresentazione del paesaggio, la presente bibliografia è stata suddivisa per argomenti.

Nella prima parte sono raccolti contributi che affrontano il tema della rappresentazione e dell'interpretazione del paesaggio, sia in chiave teorica che applicativa.

La seconda parte comprende testi relativi al GIS (teorici, applicativi in ambiente bidimensionale e sperimentali in ambiente tridimensionale) e testi relativi al tema dell'Information Modeling per l'architettura del paesaggio.

La terza parte include contributi riguardanti il paesaggio e la normativa che si occupa di tale argomento.

Nella quarta parte sono compresi testi inerenti al caso studio (Geologia e morfologia dell'area romana, la Via Appia Antica, la Campagna Romana, i Piani per il Parco dell'Appia Antica, botanica). Segue una sezione contenente testi vari.

Concludono una sezione dedicata alla cartografia e una sezione relativa alla sitografia.

Rappresentazione e interpretazione del paesaggio

Bagagli Laura, 1992. Il paesaggio in mostra: le origini del Panorama. *Disegnare Idee Immagini*, 3, 4, 1992, pp. 35-42.

Balmori Diana, 2014. *Drawing and Reinventing Landscape*. New York: Wiley, 2014.

Bianconi Fabio, Filippucci Marco, 2019. *Landscape Lab. Drawing, perception and design for the next landscape models*. Heidelberg: Springer, 2019.

Bianconi Fabio, Filippucci Marco, 2018. Per un ideogramma del prossimo paesaggio. In Bianconi Fabio, Filippucci Marco (a cura di). *Il prossimo paesaggio. Realtà, rappresentazione, progetto*. Roma: Gangemi Editore, 2018, pp. 15-22.

Bianconi Fabio, Filippucci Marco, 2018. *Representing Complexity*. Santarcangelo di Romagna: Maggioli, 2018.

Bianconi Fabio, 2008. *Nuovi paesaggi. Rappresentare seconde nature*. Perugia: Morlacchi Editore, 2008.

Bishop Ian D., Lange Eckart, 2005. *Visualization in landscape and environmental planning*. London-New York: Taylor & Francis Group, 2005.

Bravo Luisa, 2010. Modelli digitali e unità di paesaggio urbano: struttura, componenti e livelli di articolazione. In Centofanti Mario (a cura di). *Sistemi informativi integrati per la tutela, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio architettonico e urbano*. Roma: Gangemi, 2010, pp. 156-171.

Brusaporci Stefano, Lucchese Vittorio, Maiezza Pamela, 2018. In Bianconi Fabio, Filippucci Marco (a cura di). *Il prossimo paesaggio. Realtà, rappresentazione, progetto*. Roma: Gangemi Editore, 2018, pp. 129-134.

Capitanio Carolina, 2002. *Il paesaggio e la sua rappresentazione. Criteri di analisi per il progetto*. Firenze: Alinea, 2002.

Carnevali Laura, 2006. Il contributo della cartografia storica. In Martone Maria (a cura di). *La rappresentazione per la conoscenza dell'ambiente urbano e del territorio*. Atti del seminario di studi (Latina, 8 novembre 2006). Roma: Kappa, 2006, pp. 25-32.

Carreras Carlo, 2006. La cartografia come strumento di conoscenza e di valutazione. In Martone Maria (a cura di). *La rappresentazione per la conoscenza dell'ambiente urbano e del territorio*. Atti del seminario di studi (Latina, 8 novembre 2006). Roma: Kappa, 2006, pp. 45-46.

Centofanti Mario, Brusaporci Stefano, Lucchese Vittorio, Maiezza Pamela, 2016. The representation of the landscape as construction of knowledge. In *Uniscape En-Route*, I quaderni di Careggi, 4, 2016, pp. 318-324.

Chiavoni Emanuela, Cianci Maria Grazia, Colaceci Sara, 2020. Narration and Representation of the Urban Landscape as a Cultural and Tourist Resource. Rome and Its Lungoteveri (Riverbanks). In Augustín-Hernández Luis, Vallespín Muniesa Aurelio, Fernández-Morales Angelica (a cura di). *Graphical Heritage. Mapping, Cartography and Innovation in Education*. Atti del convegno internazionale EGA (on line, 24 settembre 2020). Cham: Springer Nature Switzerland AG, 2020, vol. 3, pp.285-294.

Chiavoni Emanuela, Tacchi Gaia Lisa, 2019. Lanzarote: il paesaggio come risorsa culturale. In Conte Antonio, Guida Antonella (a cura di). *ReUSO Matera. Patrimonio in divenire. Conoscere valorizzare abitare*. VII Convegno internazionale sulla documentazione, conservazione e recupero del patrimonio architettonico e sulla tutela paesaggistica (Matera, 23-26 ottobre 2019) Roma: Gangemi Editore, 2019, pp. 397-408.

Chiavoni Emanuela, 2018. Fonti visive documentarie per la conoscenza del paesaggio. In Bianconi Fabio, Filippucci Marco (a cura di). *Il prossimo paesaggio. Realtà, rappresentazione, progetto*. Roma: Gangemi Editore, 2018, pp. 57-62.

Chiavoni Emanuela, 2018. Metodo integrato di lettura critica del paesaggio fluviale dell'Isola Sacra tra villa Guglielmi e il S. Crocifisso a Fiumicino. In Cancellieri Stefania (a cura di). *La chiesa del S. Crocifisso nell'Isola Sacra a Fiumicino. Restauro del monumento e contesto paesaggistico tiberino*. Roma: Gangemi Editore, 2018, pp. 145-148.

Cianci Maria Grazia, Colaceci Sara, Mondelli Francesca Paola, 2020. El sistema de relaciones territoriales entre las fortificaciones del Cilento interior. Una propuesta de estudio a través de SIG. In Navarro Palazón García-Pulido (ed.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*. Atti del 5° Convegno Internazionale sulle Fortificazioni della Costa Mediterranea FORTMED (on line, 04-05-06 novembre 2020). Valencia, 2020, vol. X, pp. 285-292.

Cianci Maria Grazia, Colaceci Sara, 2017. Representing the city, the landscape and anthropic layering. In Belli Gemma, Capano Francesca, Pascariello Maria Ines (a cura di). *La città, il viaggio, il turismo*. Atti dell'VIII Congresso AISU (Napoli, 07-08-09 settembre 2017). Napoli, 2017, pp. 37-42.

Cianci Maria Grazia, Colaceci Sara, 2016. Lettura del sistema storico-ambientale della Campagna Romana: la struttura della forma fisica e il simbolismo interpretativo. In Berrino Annunziata e Buccaro Alfredo (a cura di). *Vecchi e nuovi Media per l'Immagine del Paesaggio*. Atti del VII Convegno Internazionale di Studi CIRICE. Napoli: FedOA - Federico II University Press, 2016, Tomo I, pp. 93-101.

Cianci Maria Grazia, Colaceci Sara, 2015. La via Latina: analisi, lettura e interpretazione del paesaggio antico. Metodologia e valorizzazione del patrimonio storico. In Palmero Iglesias Luís Manuel (ed.). *REUSO 2015*. Atti del III Congreso Internacional sobre Documentación, Conservación, y Reutilización del Patrimonio Arquitectónico. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València, 2015, pp. 2339-2346.

- Cianci Maria Grazia, 2008. *Metafore. Rappresentazioni e interpretazioni di paesaggi*. Firenze: Alinea Editrice, 2008.
- Cianci Maria Grazia, 2008. *La Rappresentazione del Paesaggio. Metodi, strumenti e procedure per l'analisi e la rappresentazione del paesaggio*. Firenze: Alinea Editrice, 2008.
- Cianci Maria Grazia, 2002. La dimensione figurativa del paesaggio. La rappresentazione del paesaggio nel progetto contemporaneo. In Albinetti Piero (a cura di) *Il disegno dell'Architettura fra tradizione e innovazione*. Strumenti del Dottorato di Ricerca in Scienze della Rappresentazione e del Rilievo. Roma: Gangemi, 2002, pp. 21-94.
- Cundari Cesare, 2006. La rappresentazione del territorio. Riflessioni per le esigenze dell'architettura e dell'ambiente. In Martone Maria (a cura di). *La rappresentazione per la conoscenza dell'ambiente urbano e del territorio*. Atti del seminario di studi (Latina, 8 novembre 2006). Roma: Kappa, 2006, pp. 15-24.
- Cureton Paul, 2016. *Strategies for landscape representation: digital and analogue techniques*. London: Routledge Taylor & Francis Group, 2016.
- De Carlo Laura, 2016. Il rilievo e la rappresentazione delle architetture vegetali. Il caso dei giardini storici. In Sette Maria Piera (a cura di). *Il verde nel paesaggio storico di Roma. Significati di memoria, tutela e valorizzazione*. Roma: Edizioni Quasar, 2016, pp. 23-30.
- De Carlo Laura, Paris Leonardo, 2015. Le architetture vegetali urbane tra documentazione e salvaguardia. In Marotta Anna, Novello Giuseppa (a cura di). *Disegno & città*. Atti del XII Congresso dell'Unione Italiana per il Disegno. 37° Convegno Internazionale dei Docenti della Rappresentazione (Torino, 17-19 settembre 2015). Roma: Gangemi, 2015, pp. 547-554.
- De Carlo Laura, Paris Leonardo, 2013. In Cundari Cesare, Carnevali Laura (a cura di). *Il rilevamento urbano. Tipologia Procedure Informatizzazione*. Materiali dalla ricerca co-finanziata dal MIUR nel 2000. Coordinatore nazionale Cesare Cundari. Roma: Edizioni Kappa, 2013, pp. 385-393.
- De Carlo Laura, Paris Leonardo, 2004. Sperimentazioni per il rilievo e la documentazione del verde urbano. In Maria Pignataro (a cura di). *La rappresentazione, strumento per l'analisi e il controllo del progetto di paesaggio*. Roma: Aracne Editrice, 2004, pp. 89-100.
- De Carlo Laura, Paris Leonardo, 1998. Rilevare il verde. Indirizzi metodologici per la documentazione delle "architetture vegetali". *Disegnare Idee Immagini*, 17, 1998, pp. 33-44.
- De Rubertis Roberto, 2002. La riqualificazione dei luoghi irrisolti. In De Rubertis Roberto (a cura di). *La città rimossa. Strumenti e criteri per l'analisi e la riqualificazione dei margini urbani degradati*. Roma: Officina Edizioni, 2002, pp. 11-38.
- Empler Tommaso, Bagagli Roberto, Bianconi Fabio, 2006. *Rappresentazione del paesaggio: modelli virtuali per la progettazione ambientale e territoriale*. Roma: DEI, 2006.
- Empler Tommaso, Sargenti Silvia, 1992. Ermeneusi storica del disegno di paesaggio. In De Rubertis Roberto, Soletti Adriana, Ugo Vittorio (a cura di). *XY. Temi e Codici del disegno d'architettura*, 1, 1992, pp. 290-306.
- Fatta Francesca, 2018. Paesaggi antichi e paesaggi archeologici dal Grand Tour al mondo virtuale. In Bianconi Fabio, Filippucci Marco (a cura di). *Il prossimo paesaggio. Realtà, rappresentazione, progetto*. Roma: Gangemi Editore, 2018, pp. 63-70.
- Filippucci Marco, 2018. Immagine e paesaggio: la questione rappresentativa. In Bianconi Fabio, Filippucci Marco (a cura di). *Il prossimo paesaggio. Realtà, rappresentazione, progetto*. Roma: Gangemi Editore, 2018, pp. 159-170.
- Giordano Andrea, Zaggia Stefano, 2017. Conoscere e comunicare le trasformazioni storiche del paesaggio. Esperienze e proposte di metodo. In Guidarelli Gianmario, Svalduz Elena (a cura di). *Il paesaggio costruito, il paesaggio nell'arte*. Padova: Padova University Press, 2017, pp. 121-126.

Giordano Andrea, 2008. Il disegno del paesaggio: digitale e tradizione a confronto. In Casonato Camilla, Salerno Rossella (a cura di). *Paesaggi culturali: rappresentazioni esperienze prospettive*. Roma: Gangemi Editore, 2008, pp. 241-246.

Gregotti Vittorio, 2008. *Il territorio dell'architettura*. Milano: Universale Economica Feltrinelli, 2008.

Gregotti Vittorio, 1991. Progetto di paesaggio. *Casabella. Il disegno del paesaggio italiano, 575-576*, 1991, pp. 2-4.

Ippoliti Elena, 2018. Indagini sperimentali sul paesaggio rurale di Ascoli Piceno. Descrivere per ricostruire. In Bianconi Fabio, Filippucci Marco (a cura di). *Il prossimo paesaggio. Realtà, rappresentazione, progetto*. Roma: Gangemi Editore, 2018, pp. 135-142.

Mancini Matteo Flavio, 2016. Modelli digitali per la rappresentazione del verde. In Sette Maria Piera (a cura di). *Il verde nel paesaggio storico di Roma. Significati di memoria, tutela e valorizzazione*. Roma: Edizioni Quasar, 2016, pp. 109-118.

Martone Maria, 2006. La rappresentazione per la conoscenza. In Martone Maria (a cura di). *La rappresentazione per la conoscenza dell'ambiente urbano e del territorio*. Atti del seminario di studi (Latina, 8 novembre 2006). Roma: Kappa, 2006, pp. 9-14.

Martone Maria, 2011. Verso una documentazione del patrimonio culturale del Parco Nazionale del Circeo. In Gambardella Carmine (a cura di). *Le Vie dei Mercanti. S.A.V.E. HERITAGE Safeguard Of Architectural, Visual, Environmental Heritage*. Atti del convegno internazionale (Aversa, Capri, 9-11 giugno 2011). Napoli: La scuola di Pitagora editrice, 2011, pp. 1-10.

Moriconi Claudio, 1992. Elaborazione automatica degli elementi del paesaggio naturale. In De Rubertis Roberto, Soletti Adriana, Ugo Vittorio (a cura di). *XY. Temi e Codici del disegno d'architettura*, 1, 1992, pp. 160-175.

Novello Giuseppa, Bocconcino Maurizio Marco, 2019. Dalle mappe ai sistemi informativi. Lungo le rotte del Disegno navigando nell'arcipelago delle esperienze di un gruppo di ricerca (1974-2019). *Disegno*, 5, 2019, pp. 33-44.

Palestini Caterina, Basso Alessandro, Calisi Daniele, 2020. In Angrilli Massimo (a cura di). *BikeFlu. Atlante dei Contratti di fiume in Abruzzo*. Roma: Gangemi Editore, 2020, pp. 214-224.

Papa Lia, 2003. *La rappresentazione del territorio e dell'ambiente*. Napoli: CUEN, 2003.

Paris Leonardo, 2016. Metodologie di rilievo digitale integrato applicate al verde storico. In Sette Maria Piera (a cura di). *Il verde nel paesaggio storico di Roma. Significati di memoria, tutela e valorizzazione*. Roma: Edizioni Quasar, 2016, pp. 109-118.

Parrinello Sandro, 2012. Rilevare il verde urbano. In Bertocci Stefano, Bini Marco (a cura di). *Manuale di rilievo architettonico e urbano*. Torino: Città Studi, 2016, pp. 386-396.

Pittaluga Alessandro, 1995. *Il paesaggio nel territorio*. Milano: Hoepli, 1995.

Rossi Michela, 2004. Dal rilievo del territorio al disegno del paesaggio: i canali del parmense come esempio di studio. In Maria Pignataro (a cura di). *La rappresentazione, strumento per l'analisi e il controllo del progetto di paesaggio*. Roma: Aracne Editrice, 2004, pp. 147-155.

Salerno Rossella, 2019. Rappresentazioni e visualizzazioni del paesaggio tra scienze dure e *humanities*. *Disegno*, 5, 2019, pp. 23-32.

Salerno Rossella, 2018. Vecchi e nuovi dispositivi di realtà virtuale: percepire il paesaggio tra immaginazione e progetto. In Bianconi Fabio, Filippucci Marco (a cura di). *Il prossimo paesaggio. Realtà, rappresentazione, progetto*. Roma: Gangemi Editore, 2018, pp. 33-38.

- Salerno Rossella, 2017. Mapping urban environment by geometry(es) and perception(s). In Piga Barbara E.A., Rossella Salerno (eds.). *Urban design and representation. a multidisciplinary and multisensory approach*. Cham: Springer, 2017, pp. 11-21.
- Salerno Rossella, 2013. *Intorno ai paesaggi urbani. Sguardi e topografie*. Roma: Edizioni Nuova Cultura, 2013.
- Salerno Rossella, 2004. La rappresentazione del paesaggio: una questione nuova? In Maria Pignataro (a cura di). *La rappresentazione, strumento per l'analisi e il controllo del progetto di paesaggio*. Roma: Aracne Editrice, 2004, pp. 157-162.
- Salerno Rossella, 1995. *Architettura e rappresentazione del paesaggio*. Milano: Guerini, 1995.
- Salerno Rossella, 1992. Il disegno del paesaggio. In De Rubertis Roberto, Soletti Adriana, Ugo Vittorio (a cura di). *XY. Temi e Codici del disegno d'architettura*, 1, 1992, pp. 144-158.
- Zerlenga Ornella, 2020. Disegno per gestire i processi modificativi. In Pelliccio Assunta. *I luoghi delle industrie dismesse. GIS & HBIM per la loro valorizzazione*. Roma: Edizioni Efestò, pp. 1-6.
- Zevi Bruno, 1995. *Paesaggi e città. Controstoria dell'architettura in Italia*. Roma: Newton Compton, 1995.
- GIS: teoria**
- Biallo Giovanni, 2005. *Introduzione ai Sistemi Informativi Geografici*. MondoGIS, 2005.
- Burrough Peter A., McDonnel Rachael A., 1986. *Principles of Geographic Information Systems*. Clarendon: Oxford, 1986.
- Dainelli Niccolò, Bonechi Filippo, Spagnolo Matteo, Canessa Anna, 2008. *Cartografia numerica. Manuale pratico per l'utilizzo di GIS*. Palermo: Dario Flaccovio Editore, 2008.
- Department of the Environment (DoE), 1987. *Handing Geographic Information*. London: HMSO, 1987.
- Goodchild Michael F., 2018. Reimagining the history of GIS. *Annals of GIS*, 24, 1, 2018, pp. 1-8, DOI: 10.1080/19475683.2018.1424737
- Goodchild Michael F., 1992. Geographical information science. *International Journal of Geographical Information Systems*, 6, 1992, pp. 31-45, DOI <https://doi.org/10.1080/02693799208901893>.
- Longley Paul A., Goodchild Michael F., Maguire David J., Rhind David W., 2005. *Geographic Information Systems and Science*. New York: John Wiley & Sons Ltd, 2005.
- Ozernoy Vladimir M., Smith Dennis R., Sichenman Alan, 1981. Evaluating computerized geographic information systems using decision analysis. *Interfaces* 11, 5, 1981, pp. 92-100.
- Maguire David J, 1997. An overview and definition of GIS. *Geographical information systems: principles and applications*. 1, 1997, pp. 9-20.
- Parker Dannison H., 1988. The unique qualities of a geographic information system: a commentary. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54, 11, 1988, pp. 1547-1549.
- Reitsma Femke, 2013. Revisiting the 'Is GIScience a science?' Debate (or quite possibly scientific gerrymandering). *International Journal of Geographical Information Science*, 27, 2013, pp. 211-221.
- Salzotti Federico, 2012. *Carta archeologica della provincia di Siena*. Siena: Nuova Immagine Editrice, 2012.
- Smith T. R., Menon S., Starr J. L., Estes I. E., 1987. Requirements and principles for the implementation and construction of large-scale geographic information systems. *International Journal of Geographical Information Systems*, 1, 1987, pp. 13-31.

Viana Cláudia M., Abrantes Patrícia, Rocha Jorge, 2019. Introductory Chapter: Geographic Information Systems and Science. In Rocha Jorge, Abrantes Patrícia (eds.). *Geographic Information Systems and Science*. London: IntechOpen, 2019, pp. 3-19.

GIS: applicazioni 2d

Bertocci Stefano, Bua Sara, Parrinello Sandro, Picchio Francesca, 2014. Montepulciano 3d: modelli virtuali per l'urbanistica e lo sviluppo dell'ambiente urbano. *DisegnareCON*, 13, 2014, pp. 1-20.

Bocconcino Maurizio Marco, 2015. Integrazione e interazione, la centralità del disegno e dell'informazione. Quando una sola tecnologia non basta più. In Anna Osello (a cura di). *Building Information Modelling - Geographic Information System - Augmented Reality per il Facility Management*. Palermo: Dario Flaccovio Editore, 2015, pp. 217-232.

Bruno Nazarena, Bianchi Giorgia, Zerbi Andrea, Roncella Riccardo, 2015. An open-HGIS project for the city of Parma: database structure and map registration. In Brovelli Maria Antonia, Minghini Marco, Negretti Marco (a cura di). *Geomatics Workbooks 12*. Atti del convegno FOSS4G Europe (Como, 14-17 luglio 2015). Como: Politecnico di Milano, 2015, pp. 189-203.

Bruno Nazarena, Previtali Mattia, Barazzetti Luigi, Brumana Raffaella, 2016. A virtual hub brokering approach for integration of historical and modern maps. In Halounova L., Šafář V., Jiang J. (eds.). *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. XXIII ISPRS Congress (Praga, 12-19 luglio 2016). 2016, vol. XLI-B4, pp. 163-170, DOI:10.5194/isprsarchives-XLI-B4-163-2016.

Del Giudice Matteo, 2015. Il GIS per la gestione dei dati alla scala urbana/edilizia. In Osello Anna (a cura di). *Building Information Modelling - Geographic Information System - Augmented Reality per il Facility Management*. Palermo: Dario Flaccovio Editore, 2015, pp. 259-267.

Dovarch Barbara, Tedeschi Loredana Francesca, 2019. Co-mapping e GIS: codificare il racconto dello spazio. *Archivio di Studi Urbani e Regionali*, XLX, 125, 2019, pp. 68-92, DOI: 10.3280/ASUR2019-125004.

Ferrighi Alessandra, 2016. VISU. Il sistema informativo integrato sulle trasformazioni urbane di Venezia. *GEOMedia*, 3, 2016, pp. 44-49.

Giandebiaggi Paolo, Vernizzi Chiara, 2009. Rilevare le città. Rappresentare la conoscenza con i sistemi informativi. In Gambardella Carmine (a cura di). *Le Vie dei Mercanti. Rappresentare la conoscenza*. Atti del VII Forum Internazionale Le Vie dei Mercanti (Capri, 4-6 giugno 2009). Napoli: La scuola di Pitagora editrice, 2009, pp. 167-172.

Gómez-Blanco Pontes Antonio J., Reinoso Gordo Juan Francisco, Acale Sánchez Fernando, 2019. An unpublished cartography of Granada (Spain) from the beginning of the XXt century: bases for its data integration in a GIS. *DisegnareCON*, 12, 22, 2019, pp. 1-12.

Ippoliti Elena, 2010. Mappe, modelli e tecnologie innovative per conoscere, valorizzare e condividere il patrimonio urbano. Indagini sperimentali di sistemi integrati sul Piceno. In Brusaporci Stefano (a cura di). *Sistemi informativi integrati per la tutela, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio architettonico e urbano*. MIUR PRIN COFIN 2006. Coordinatore scientifico nazionale Centofanti Mario. Roma: Gangemi, 2010, pp. 240-259.

Martone Maria, 2012. Il GIS come sistema di rappresentazione della realtà. In Cundari Cesare (a cura di). *Il rilievo architettonico. Ragioni. Fondamenti. Applicazioni*. Roma: Kappa Aracne, 2012, pp. 413-418.

- Parrinello Sandro, 2012. I database e i sistemi di gestione dati georeferenziati GIS, applicazioni per il rilievo e per il progetto. In Bertocci Stefano, Bini Marco (a cura di). *Manuale di rilievo architettonico e urbano*. Torino: Città Studi, 2016, pp. 418-423.
- Pierdominici Francesca, 2016. Interazione tra l'ambiente GIS e le tecniche di rilevamento per la conoscenza delle architetture vegetali. In Sette Maria Piera (a cura di). *Il verde nel paesaggio storico di Roma. Significati di memoria, tutela e valorizzazione*. Roma: Edizioni Quasar, 2016, pp.133-142.
- Spasiano Andrea, Nardi Fernando, 2019. Dashboard webGIS per omogeneizzare ed analizzare gli Open Geo Data dei piani di assetto territoriale, idrogeologico e paesaggistico nel Lazio. *GEOmedia*, 2, 2019, pp. 38-39.
- Ture Davide Giuseppe, 2017. Applicazione dei sistemi GIS nel verde urbano. L'esperienza della città di Torino. *GEOmedia*, 6, 2017, pp. 40-43.
- Vernizzi Chiara, 2016. Il rilievo integrato per la rappresentazione dei caratteri del paesaggio urbano. Il caso di Navelli e Civitaretenga (AQ). In Capano Francesca, Pascariello Maria Ines, Visone Massimo (a cura di). *Delli Aspetti de Paesi Vecchi e nuovi Media per l'Immagine del Paesaggio*. Atti del Convegno CIRICE (Napoli, 27-29 ottobre 2016). Napoli: CIRICE, 2016, vol. 2, pp. 99-107.
- Vernizzi Chiara, Zerbi Andrea, 2019. La rappresentazione dell'ambiente urbano. Dal rilievo della città esistente alla rappresentazione dell'immateriale. *Disegno*, 5, 2019, pp. 117-128.
- Zerbi Andrea, 2016. Gli HGIS catastali strumenti di rappresentazione aumentata del paesaggio urbano. Il caso di Parma fra XVIII e XX secolo. In Capano Francesca, Pascariello Maria Ines, Visone Massimo (a cura di). *Delli Aspetti de Paesi Vecchi e nuovi Media per l'Immagine del Paesaggio*. Atti del Convegno CIRICE (Napoli, 27-29 ottobre 2016). Napoli: CIRICE, 2016, vol. 2, pp. 107-116.
- Zerbi Andrea, 2015. Un HGIS catastale per la conoscenza e la rappresentazione della città moderna e contemporanea: il caso di Parma. In Marotta Anna, Novello Giuseppa (a cura di). *Disegno & città. Cultura, Scienza, Arte, Informazione*. Atti del 370 Convegno Internazionale dei Docenti della rappresentazione. XII Congresso UID (Torino, 17-19 settembre 2015). Roma: Gangemi, 2015, pp. 879-886.
- GIS: applicazioni 3d**
- Antuono Giuseppe, 2019. Reti e impianti idrici in Sant'Agata dei Goti. Verso un sistema informativo integrato. *Disegno*, 5, 2019, pp. 157-168.
- Baratin Laura, Bertozzi Sara, Moretti Elvio, 2015. The geomorphological transformations of the city of Urbino: the design of the city analysed with GIS tools. *SCIRESit*, 2015, 1, pp. 41-58.
- Baratin Laura, Bertozzi Sara, Moretti Elvio, 2014. Tecnologia GIS per la manutenzione programmata dei beni Culturali. In Della Torre Stefano (a cura di). *ICT per il miglioramento del processo conservativo*. Proceedings of the International Conference Preventive and Planned Conservation (Monza, Mantova, 5-9 maggio 2014). Milano: Nardini Editore, 2014, pp. 73-84.
- Bertozzi Sara, Baratin Laura, Moretti Elvio, 2016. L'evoluzione delle trasformazioni di un centro storico tramite GIS: la città di Urbino. In *Atti della Conferenza ESRI Italia* (Roma, 21-22 aprile 2016), 2016, pp. 1-10.
- Bianchi Alessandro, D'Uva Domenico, Rolando Andrea, 2020. An innovational digital tool in GIS procedure: mapping adriatic coast in Abruzzo region to support design of slow mobility routes. In Papparoditis N., Mallet C., Lafarge F. (eds.). *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. XXIV ISPRS Congress (Nice, France, 31 Aug - 2 Sep, on-line). 2020, vol. XLIII-B4-2020, pp. 533-537.

Biljecki Filip, Stoter Jantien, Ledoux Hugo, Zlatanova Sisi, Çöltekin Arzu, 2015. Applications of 3D City Models: State of the Art Review. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4, 2015, pp. 2842-2889, DOI:10.3390/ijgi4042842.

Bruno Nazarena, Rechichi Fabrizio, Achille Cristiana, Zerbi Andrea, Roncella Riccardo, Fassi Francesco, 2020. Integration of historical GIS data in a HBIM system. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XLIII-B4-2020, 2020, XXIV ISPRS Congress, pp. 428-434. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B4-2020-427-2020>

Brusaporci Stefano, Centofanti Mario, Continenza Romolo, Trizio Ilaria, 2012. Sistemi Informativi Architettonici per la gestione, tutela e fruizione dell'edilizia storica. In Atti 16a Conferenza Nazionale ASITA (Vicenza, 6-9 novembre 2012), 2012, pp. 315-322.

Cigola Michela, 2010. Sistemi informativi per la gestione e valorizzazione del patrimonio urbano. In Brusaporci Stefano (a cura di). *Sistemi informativi integrati per la tutela, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio architettonico e urbano*. MIUR PRIN COFIN 2006. Coordinatore scientifico nazionale Centofanti Mario. Roma: Gangemi, 2010, pp. 212-217.

Cigola Michela, Pelliccio Assunta, Mauro Vallerotonda, 2008. Sistemi informativi per il patrimonio urbano. Riflessioni ed applicazioni. *DisegnareCON*, 2, 2008, pp. 1-9.

Empler Tommaso, Bianconi Fabio, Bagagli Roberto, 2006. *Rappresentazione del paesaggio. Modelli virtuali per la progettazione ambientale e territoriale*. Roma: DEI, 2006.

Ippoliti Elena, Meschini Alessandra, Moscati Annika, 2008. Architettura delle informazioni e architettura informatica sul caso studio di Appignano del Tronto. *DisegnareCON*, 2, 2008, pp. 1-10.

Ippoliti Elena, Moscati Annika, 2010. Interfacce di accesso alle informazioni: tra 3D, 3D-GIS e Web GIS. In Brusaporci Stefano (a cura di). *Sistemi informativi integrati per la tutela, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio architettonico e urbano*. MIUR PRIN COFIN 2006. Coordinatore scientifico nazionale Centofanti Mario. Roma: Gangemi, 2010, pp. 310-319.

Ippoliti Elena, Meschini Alessandra, 2011. Nuove mappe tra singolare e plurale. Le opportunità sincretiche delle tecnologie digitali. In *Il disegno delle trasformazioni*. Atti delle Giornate di Studio (Napoli, 1-2 dicembre 2011). Napoli: 2011, pp. 1-9.

Kumar Kavisha, Labetski Anna, Agugiario Giorgio, Stoter Jantien, 2019. A survey on the adoption of GIS data and standards in urban application domains. In Stouffs R., Biljecki F., Soon K. H., Khoo V. (eds.). *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Atti 14th 3D GeoInfo Conference (Singapore, 24-27 settembre 2019). 2019, vol. XLII-4/W15, pp. 41-46.

Mengots Arturs, 2016. Review of digital tools for landscape architecture. *Scientific Journal of Latvia University of Agriculture Landscape Architecture and Art*, 8, 8, 2016, pp. 72-77.

Messina Barbara, D'Agostino Pierpaolo, 2019. Procedure integrate per il disegno di impianti lineari: elaborazioni grafiche digitali di percorsi ciclabili. *Disegno*, 5, 2019, pp. 181-191.

Mingucci Roberto, Bravo Luisa, Garagnani Simone, Muzza-relli Aurelio, 2013. Modellazione e progetto urbano: applicazioni e prospettive per i GIS. *DisegnareCON*, 11, 2013, pp. 1-10.

Osello Anna (a cura di), 2015. *Building Information Modeling Geographic Information System Augmented Reality per il Facility Management*. Palermo: Dario Flaccovio Editore, 2015.

- Parrinello Sandro, Picchio Francesca, Becherini Pietro, De Marco Raffaella, 2018. The drawn landscape in 3d databases: the management of complexity and representation in the historical city. In ATINER's Conference Paper Series, PLA2017-2369, 2018, pp. 2-26.
- Parrinello Sandro, 2012. Banche dati e sistemi integrati per la gestione del verde urbano. *DisegnareCON*, 5, 10, 2012, pp. 1-6.
- Parrinello Sandro, 2011. Sistemi infografici 3d per la documentazione del sistema naturale. In Mandelli Emma (a cura di). *Dalla didattica alla ricerca. Abbazia di Vallombrosa. Laboratorio di rilievo integrato*. Firenze: Alinea, 2011, pp. 103-111.
- Pelliccio Assunta, 2010. Sistemi informativi per la gestione e valorizzazione del patrimonio urbano. Dal SIT al SIA. In Brusaporci Stefano (a cura di). *Sistemi informativi integrati per la tutela, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio architettonico e urbano*. MIUR PRIN COFIN 2006. Coordinatore scientifico nazionale Centofanti Mario. Roma: Gangemi, 2010, pp. 218-232.
- Pelliccio Assunta, 2020. *I luoghi delle industrie dismesse. GIS & HBIM per la loro valorizzazione*. Roma: Edizioni Efesto.
- Information Modeling per l'architettura del paesaggio**
- Abdirad Hamid, Lin Ken-Yu, 2015. Advancing in Object-Based Landscape Information Modeling: Challenges and Future Needs. In O'Brien William J., Ponticelli Simone (eds.). *Computing in Civil Engineering*. International Workshop on Computing in Civil Engineering (Austin, Texas, 21-23 giugno 2015). Reston: ASCE, 2015, pp. 548-555, <http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/9780784479247.068>.
- Aguilar de Santana Sheyla, Mourão Moura Ana Clara, 2013. Geodesign information management and parametric modeling of territorial occupation: new paradigms and challenges in territorial representation. In Ellul C., Zlatanova S., Rumor M., Laurini R. (eds.) *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. 29th Urban Data Management Symposium (London, United Kingdom, 29-31 may 2013). 2013, vol. XL-4/W1, pp. 109-112.
- Aguilar de Santana Sheyla, 2013. Modellazione del paesaggio urbano: nuovi paradigmi e sfide per la rappresentanza territoriale. *DisegnareCON*, 11, 2013, pp. 162-174.
- Ahmad Ahmad Mohammad, Aliyu Abdullahi Adamu, 2012. The Need for Landscape Information Modelling (LIM) in Landscape Architecture. In Buhmann Erich, Ervin Stephen, Pietsch Matthias (eds.). *GeoDesign, 3D-Modeling and Visualization*. 13th Digital Landscape Architecture Conference (Dessau, 31 maggio-2 giugno 2012). 2012, pp. 531-540.
- Barth Brian, 2016. The Limits of BIM. *Landscape Architecture Magazine*, 2016, pp. 118-126. (<https://landscapearchitecturemagazine.org/2016/02/16/the-limits-of-bim/>). Consultato il 31 marzo 2020.
- Cianci Maria Grazia, Molinari Matteo, 2019. Information modeling and landscape: intervention methodology for reading complex systems. In Cardaci A., Fassi F., Remondino F. (eds.). *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures. 8th Intl. Workshop 3D-ARCH (Bergamo, Italy, 6-8 February 2019). 2019, vol. XLII-2/W9, pp. 269-276.
- Flohr Travis, 2011. A Landscape Architect's Review of Building Information Modeling Technology. *Landscape Journal: design, planning, and management of the land*, 30, 1, 2011, pp. 169-170.

Fritsch Martin, Clemen Christian, Kaden Robert, 2019. 3D landscape objects for Building Information Models (BIM). In Stouffs R., Biljecki F., Soon K. H., Khoo V. (eds.). *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Atti 14th 3D GeoInfo Conference (Singapore, 24-27 September 2019). 2019, vol. IV-4/W8, 2019, pp. 67-74.

Goldman Marc, 2011. Landscape Information Modeling. *DesignIntelligence*. (https://www.di.net/articles/landscape_information_modeling/). Consultato il 31 marzo 2020.

Landscape Institute, 2016. *BIM for Landscape*. Abingdon: Routledge, 2016.

Mourão Moura Ana Clara, 2013. Progettazione paesaggistica o parametrizzazione? Recenti tendenze in geo-tecnologie per la rappresentazione e pianificazione del territorio urbano. *DisegnareCON*, 11, 2013, pp. 1-10.

Nessel Andrew, 2013. The Place for Information Models in Landscape Architecture, or a Place for Landscape Architects in Information Models. In Buhmann E., Ervin S. M., Pietusch M. (eds.). *Digital Landscape Architecture*. Proceedings of Digital Landscape Architecture 2013 (Dessau, 6-8 June 2013). Berlin: Herbert Wichmann Verlag, 2013, pp.65-72.

Peters Alexander, Thon Andreas, 2019. Best Practices and First Steps of Implementing BIM in Landscape Architecture and its Reflection of Necessary Workflows and Working Processes. *Journal of Digital Landscape Architecture*, 4, 2019, pp. 106-113, doi:10.14627/537663011.

Semeraro Francesco, Fonsati Arianna, Rapetti Niccolò, Osello Anna, 2019. Technologies and techniques offering new interpretations of the landscape evolution. *DisegnareCON*, 12, 2019, pp. 1-9.

Sipes James L., 2014. *Integrating BIM Technology into Landscape Architecture*. ASLA, 2014, pp. 1-115.

Wik Knut Hallgeir, Sekse Marius, Enebo Bjørn Amund, Thorvaldsen Jostein, 2018. BIM for Landscape: A Norwegian Standardization Project. *Journal of Digital Landscape Architecture*, 3, 2018, pp. 241-248, DOI:10.14627/537642026.

Yang Chen, Han Feng, Wu Hangbin, Chen Zhuo, 2019. Heritage landscape information model (HLIM): towards a contextualised framework for digital landscape conservation in China. In Stylianidis E. (ed.). *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Documenting the past for a better future*. 27th CIPA International Symposium (Ávila, Spain, 1-5 September 2019). 2019, vol. XLII-2/W15, 2019, pp. 1221-1227.

Zajíčková Veronika, Achten Henri, 2013. Landscape Information Modeling. Plants as the components for information modelling. In Stouffs Rudi, Sariyildiz Sevil (Eds.). *Computation and Performance*. Proceedings of the 31st International Conference on Education and research in Computer Aided Architectural Design in Europe (Delft, The Netherlands, 18-20 September 2013). Delft: TUDelft, 2013, vol.2, pp. 515-524.

DEM

Bartłomiej Szypuła, 2017. Digital Elevation Models in Geomorphology. In Dericks Shukla (ed.) *Hydro-Geomorphology - Models and Trends*. IntechOpen, 2017, pp. 81-112. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.68447>.

Li Zhilin, Zhu Qing, Christopher Gold (eds.), 2005. *Digital Terrain Modeling. Principles and Methodology*. New York: CRC PRESS, 2005.

Miller C.L., Laflamme R.A., 1958. The digital terrain model. Theory and application. *Photogrammetric Engineering*, 1958, 24, 3, pp. 433-442.

Shingare Pratibha P., Kale Sumit S., 2013. Review on Digital Elevation Model. *International Journal of Modern Engineering Research*, 3, 4, 2013, pp. 2412-2418.

Normativa sul paesaggio

Legge 11 giugno 1922, n. 778. *Per la tutela delle bellezze naturali e degli immobili di particolare interesse storico*. G.U. 24 giugno 1922, n. 148.

Legge 29 giugno 1939, n. 1497. *Protezione delle bellezze naturali*. GU 14 ottobre 1939, n. 241.

Legge 17 agosto 1942, n. 1150. *Legge urbanistica statale*.

Costituzione della Repubblica Italiana. Roma: Tipografia del Senato, 2012.

UNESCO. *Convenzione per la tutela del patrimonio mondiale culturale e naturale*. Provvedimento Legislativo: L. 06 aprile 1977, n. 184. G.U. 13 maggio 1977, n. 129. G.U. 18.09.1978, n. 261.

Legge 8 agosto 1985, n. 431. G.U. 22 agosto 1985, n. 197.

FEDAP, AIAPP. *Carta di Napoli*. 1999

Consiglio d'Europa. *Convenzione europea del paesaggio*. 2000

MiBACT. *Conferenza Nazionale per il paesaggio. Lavori preparatori*. Roma: Gangemi, 2000.

MiBACT. *Conferenza Nazionale per il paesaggio. Atti*. Roma: Gangemi, 2000.

Decreto Legislativo n. 490 del 29 ottobre 1999. *Testo Unico Disposizioni Legislative in Materia di Beni Culturali e Ambientali*. G.U. 27 dicembre 1999. Serie generale n. 302, Suppl. Ord. n. 229/L.

Presidenza del Consiglio dei Ministri. *Conferenza stato-regioni*. Seduta del 19 aprile 2001.

Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e modifiche D.L. 26 marzo 2008, n. 63. *Codice dei beni culturali e del paesaggio*, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137.

Consiglio d'Europa. *Convenzione quadro del Consiglio d'Europa sul valore dell'eredità culturale per la società*. (CETS n. 199). Faro, 2005.

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152. *Norme in materia ambientale*. G.U. 14 APRILE 2006, N. 88. Suppl. ord. n. 86.

MiBACT. *Rapporto sullo stato delle politiche del Paesaggio*. Roma: CLAN Group, 2018.

MiBACT. *Stati Generali del Paesaggio. Atti*. Roma: Gangemi, 2018.

MiBACT. *Carta Nazionale del Paesaggio. Elementi per una Strategia per il paesaggio italiano*. Roma: Gangemi, 2018.

Paesaggio

Assunto Rosario, 1980. Paesaggio, ambiente, territorio: un tentativo di precisazione concettuale. *Rassegna di Architettura e Urbanistica*, 47-48, 1980, pp. 49-51.

Biasutti Renato, 1947. *Il paesaggio terrestre*. Torino: UTET, 1947.

Calzolari Vittoria, 2003. Roma: permanenza e fragilità del sistema storico ambientale. *Ordine degli architetti di Roma e Provincia. Documenti di architettura*. (https://o2.architetti-roma.it/monitor/d/didatticaurbana/calzolari_permanenza_e_fragilita.html). Consultato il 02 giugno 2021.

- Calzolari Vittoria, 2000. Termini, concetti, definizioni. In Ministero per i Beni e le Attività Culturali. Gabinetto del Ministro Ufficio Centrale per i Beni Ambientali e Paesaggistici (a cura di). *Conferenza nazionale per il paesaggio. Lavori preparatori* (Roma, 14-16 ottobre 1999). Roma: Gangemi Editore, 2000, pp. 56-58.
- Calzolari Vittoria (a cura di), 1999. *Storia e natura come sistema. Un progetto per il territorio libero dell'area romana*. Roma: Argos, 1999.
- Calzolari Vittoria, 1974. Concetto di paesaggio e paesistica. In *Architettura del paesaggio italiano. Atti del convegno di Bagni di Lucca* (Lucca, aprile 1973). Firenze: La Nuova Italia, 1974, pp. 73-88.
- Camporesi Piero, 1992. *Le Belle contrade. Nascita del paesaggio italiano*. Milano: Garzanti, 1992.
- Carpentieri Paolo, 2004. La nozione giuridica di paesaggio. *Rivista trimestrale di diritto pubblico*, 2/2004, pp. 363-424.
- Corboz André, 1985. Il territorio come palinsesto. *Casabella*, 516, 1985, pp. 22-27.
- Dubbini Renzo, 1994. *Geografie dello sguardo: visione e paesaggio in età moderna*. Torino: Giulio Einaudi, 1994.
- Farinelli Franco, 1991. L'arguzia del paesaggio. *Casabella*, 575-576, 1991, pp. 10-12.
- Farinelli Franco, 1992. *I segni del mondo. Immagine cartografica e discorso geografico in età moderna*. Firenze: La Nuova Italia, 1992.
- Farinelli Franco, 2003. *Geografia: un'introduzione ai modelli del mondo*. Torino: Giulio Einaudi Editore, 2003.
- Farinelli Franco, 2018. Le politiche, il paesaggio e la politica. In Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo, Osservatorio Nazionale per la qualità del paesaggio (a cura di). *Rapporto sullo stato delle politiche per il paesaggio*. Roma: MiBACT. 2018, pp. 45-47.
- Gambi Lucio, 1961. *Critica ai concetti geografici di paesaggio umano*. Faenza, 1961.
- Olwig Kenneth, 1996. Recovering the Substantive Nature of Landscape. In *Annals of the Association of American Geographers*, 86, 4, pp. 630-653.
- Sereni Emilio, 1961. *Storia del paesaggio agrario italiano*. Bari Roma: Laterza, 1961.
- Sestini Aldo, 1963. *Il paesaggio*. Milano: Touring Club Italiano, 1963.
- Sette Maria Piera, 2021. Dalle 'architetture edificate' alle 'architetture vegetali', verso il paesaggio: articolazioni del 'campo della conservazione e del restauro'. In Accorsi Maria Letizia, de Vico Fallani Massimo, Lepri Giada (a cura di). *Giardini e parchi storici elementi 'portanti' del paesaggio culturale*. Roma: L'Erma di Bretschneider, 2021, pp. 17-30.
- Tosco Carlo, 2007. *Il paesaggio come storia*. Bologna: Il mulino, 2007.
- Turri Eugenio, 1990. *Semiologia del paesaggio italiano*. Milano: Longanesi, 1990.
- Vecchio Bruno, 2017. Beni culturali. In dell'Agnese Elena (a cura di). *Geografia, strumenti e parole*. Milano: Edizioni Unicopli, 2017, pp. 219-238.
- Venturi Ferriolo Massimo, 2009. *Percepire paesaggi*. Torino: Bollati Boringhieri, 2009.

Geologia e morfologia dell'area romana

Ciccacci Sirio, 1993. Aspetti geomorfologici. In *Guide geologiche regionali. 14 itinerari del Lazio*. Roma: BeMa editrice, 1993, pp. 65-69.

Funiciello Renato, Grant Heiken, Donatella De Rita e Maurizio Parotto, 2006. *I sette colli. Guida geologica a una Roma mai vista*. Milano: Raffaello Cortina Editore, 2006.

Parotto Maurizio, 2008. Evoluzione paleogeografica dell'area romana: una breve sintesi. In Funiciello Renato (a cura di). *La geologia di Roma dal centro storico alla periferia*. Firenze: Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, 2008, pp. 25-38.

Via Appia Antica

Canina Luigi, 1853. *La prima parte della via Appia dalla Porta Capena a Boville*. Roma, 1853.

Castagnoli Ferdinando, 1969. Il tracciato della Via Appia. *Capitolium*, 10-11-12 (XLIV), 1969, Archivio Storico Capitolino.

Quilici Lorenzo, 2004. *La via Appia. Un percorso nella storia*. Roma: Viviani Editore, 2004.

Quilici Lorenzo, 1989. *Via Appia, da Porta Capena a Colli Albani*. Roma: Fratelli Palombi Editori, 1989.

Quilici Simone, 2005. *Progettare l'Appia Antica. Il percorso, la traccia, il segno*. Tesi di dottorato in Progettazione Urbana, Territoriale e Ambientale, XVIII ciclo, Dipartimento di Urbanistica e Pianificazione del Territorio, Università degli Studi di Firenze, 2005, pp. 1-171.

Paesaggi della Campagna Romana

Caniggia Gianfranco, Maffei Gian Luigi, 1982. Organismo territoriale come individuazione di connessioni tipiche tra organismi viari, insediativi, produttivi e urbani. In *Composizione architettonica e tipologia edilizia 1. Lettura dell'edilizia di base*. Venezia: Marsilio Editori, 1982.

De Franceschini Marina, 2005. *Ville dell'agro romano*. Roma: L'Erma di Bretschneider, 2005.

Capuano Alessandra, Toppetti Fabrizio, 2017. *Roma e l'Appia. Rovine Utopia Progetto*. Roma: Quodlibet Studio, 2017.

Spera Lucrezia, 1999. *Il paesaggio suburbano di Roma dall'antichità al Medioevo: il comprensorio tra le vie Latina e Ardeatina, dalle mura aureliane al III miglio*. Roma: L'Erma di Bretschneider, 1999.

Tomassetti Giuseppe, 1979. *La campagna romana antica, medievale e moderna*. Nuova edizione aggiornata (a cura di) Chiumenti L., Bilancia F.. Firenze: Leo S. Olschki Editore, 1979, vol. II.

Piani per il Parco dell'Appia Antica

Calzolari Vittoria, 1984. Piano per il Parco dell'Appia Antica. Roma: Italia Nostra – Sezione di Roma, 1984.

Durante Alberto, D'Asano F., Garano, S., Violo, R., 1989-2010. Piano Territoriale Pesistico 15/12 Valle della Caffarella, Appia Antica e acquedotti. Roma: 1989-2010.

Sara Colaceci

Botanica

Accettella et al., 1997. *La Valle della Caffarella. Spiccioli di natura*. Roma: Fratelli Palombi Editori, 1997.

Buccomino Giovanni, Stanisci Angela, 2000. Contributo alla conoscenza floristica della Valle della Caffarella (Roma). *Informatore Botanico Italiano*, 32, 1-3, 2000, pp. 1-15.

Simbolotti Antonio, 1984. Il piano per il parco della Caffarella. In Calzolari Vittoria (a cura di). *Piano per il parco dell'Appia Antica*. Roma: Italia Nostra – sezione di Roma, 1984, pp. 209-222.

Calzolari Vittoria, 1984. Il parco nel territorio. In Calzolari Vittoria (a cura di). *Piano per il parco dell'Appia Antica*. Roma: Italia Nostra – sezione di Roma, 1984, pp. 165-175.

Testi vari

Anselmi Alessandro, 1995. La forma del luogo. *Controspazio*, 5, 1995, pp. 10-27.

Casale Andrea, 2019. *Forme della percezione*. Roma: Franco Angeli.

Fantini Filippo, 2009. Teorie e tecniche della rappresentazione numerica o poligonale. In Migliari Riccardo (a cura di). *Geometria descrittiva*. Roma: Città Studi, 2009, vol. II, pp. 60-94.

Grilli Eleonora, Teruggi Simone, Fassi Francesco, Remondino Fabio, Russo Michele, 2020. Approccio gerarchico di machine learning per la segmentazione semantica di nuvole di punti 3D. *Bollettino della società italiana di fotogrammetria e topografia*, 2020, n. 1, pp. 38-46.

Leonardo, s.d. *Trattato della pittura. Condotta sul Codice Vaticano Urbinate 1270 preceduto dalla Vita di Leonardo di Giorgio Vasari*. Ristampa anastatica del volume edito nel 1890 dall'Unione Cooperativa Editrice di Roma. Milano: Grandi Tascabili Economici Newton, 1996.

Moschini Francesco, 1989. Il disegno tra utopia e teoria: le linee portanti della ricerca. *XY dimensioni del disegno*, 10, 1989, pp. 27-34.

Pierdicca Roberto, Paolanti Marina, Matrone Francesca, Martini Massimo, Morbidoni Christian, Malinverni Eva, Frontoni Emanuele, Lingua Andrea, 2020. Segmentazione semantica delle nuvole di punti utilizzando tecniche di apprendimento profondo per il patrimonio culturale. *Bollettino della società italiana di fotogrammetria e topografia*, 2020, n. 1, pp. 1-9.

Purini Franco, 1991. Un paese senza paesaggio. *Casabella*, 575-576, 1991, pp. 40-47.

Secchi Bernardo, 1986. Progetto di suolo. *Casabella*, 520-521, 1986, pp. 19-23.

Quici Fabio, 2004. *Tracciati di invenzione. Euristica e disegno di architettura*. Roma: UTET 2004.

Cartografia

Carta topografica dell'agro romano e territori limitrofi, 1880, ASC, segn. Stragr 575. (<http://www.archiviocapitolinorisordigitali.it/index.php/esplora/albero/piante-e-vedute-di-roma-e-del-lazio/14134/14134>). Consultato il 02 luglio 2021.

Carta geologica di Roma, 1971. In Ventriglia Ugo. *Geologia della città di Roma*. Roma: 1971. (<http://www.provincia.rm.it/dipartimentoV/SitoGeologico/editore/documentiUpload/CARTA%20GEOLOGICA%20CITTA%20ROMA.PDF>). Consultato il 02 luglio 2021.

Carta litostratigrafica, 1990. In Ventriglia Ugo. *Idrogeologia della provincia di Roma. Regione vulcanica dei Colli Albani*. Roma: 1990, vol. 3.
(http://www.provincia.rm.it/dipartimentoV/SitoGeologico/editore/documentiUpload/COLLI%20ALBANI_LITO-STRATIGRAFICA.PDF).
Consultato il 02 luglio 2021.

Carta Geolitologica del territorio comunale, 2008. PRG del Comune di Roma.
(<http://www.urbanistica.comune.roma.it/prg-2008-vigente/elaborati-gestionali/g9-1-carta-geolitologica.html>).
Consultato il 03 giugno 2020.

Mantovani Paolo. Carta geologica della campagna romana, 1875, ASC, segn Tom 191.
(<http://www.archiviocapitolinorisorsedigitali.it/index.php/esplora/scheda/Carta%20geologica%20della%20Campagna%20Romana/255279>).
Consultato il 06 agosto 2021.

Carta geologica della campagna romana, 1880, ASC, segn Stragr 575, n17.
(<http://www.archiviocapitolinorisorsedigitali.it/index.php/esplora/scheda/Carta%20geologica%20della%20Campagna%20romana%20con%20sezioni/255525>).
Consultato il 06 agosto 2021.

Verri A., Carta geologica di Roma, 1883-1909. In Funicello Renato, 1995. *Memorie descrittive della carta geologica d'Italia*, 1995.

Sitografia

Acta Plantarum
(<https://www.actaplantarum.org/>).
Consultato il 30 novembre 2021.

American Society of Landscape Architects
(<https://www.asla.org/aboutasla.aspx>).
Consultato il 17 maggio 2020.

Archivio Capitolino Risorse Digitali
Carta geologica della campagna romana, 1880, ASC, segn Stragr 575, n17.
(<http://www.archiviocapitolinorisorsedigitali.it/index.php/esplora/scheda/Carta%20geologica%20della%20Campagna%20romana%20con%20sezioni/255525>).
Consultato il 06 agosto 2021.

Archivio Capitolino Risorse Digitali
Carta topografica dell'agro romano e territori limitrofi, 1880, ASC, segn. Stragr 575.
(<http://www.archiviocapitolinorisorsedigitali.it/index.php/esplora/albero/piante-e-vedute-di-roma-e-del-lazio/14134/14134>).
Consultato il 02 luglio 2021.

Archivio Capitolino Risorse Digitali
Mantovani Paolo. Carta geologica della campagna romana, 1875, ASC, segn Tom 191.
(<http://www.archiviocapitolinorisorsedigitali.it/index.php/esplora/scheda/Carta%20geologica%20della%20Campagna%20Romana/255279>).
Consultato il 06 agosto 2021.

BIM for landskap
(<http://bimforlandskap.no/>).
Consultato il 17 maggio 2020.

Sara Colaceci

- bl.uk
Barker Robert, XVIII secolo. Il panorama a Leicester Square, Londra.
(<https://www.bl.uk/picturing-places/articles/the-spectacle-of-the-panorama>).
Consultato il 22 maggio 2020.
- buildingSMART Finland
(<https://buildingsmart.fi/maisemabim-nimikkei-stoty-o-ja-mallinnustarkkuuden-maarittely-on-valmistunut/>).
Consultato il 18 maggio 2020.
- buildingSMART Germany
(<https://www.buildingsmart.de/buildingsmart/aktuelles/neu-buildingsmart-fachgruppe-bim-der-landschaftsarchitektur/>).
Consultato il 18 maggio 2020.
- buildingSMART International
(<https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>).
Consultato il 15 aprile 2020.
- buildingSMART International: IFC for Site, Landscape, and Urban Planning - call for participation
(<https://www.buildingsmart.org/ifc-for-site-landscape-and-urban-planning-call-for-participation/>).
Consultato il 15 aprile 2020.
- Covid-19 Situazione Italia
(<https://opendatadpc.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/b0c68bce2cce478eac82fe38d4138b1>).
Consultato il 26 febbraio 2021.
- David Rumsey Map Collection
(https://www.davidrumsey.com/luna/servlet/view/search?sort=Pub_List_No_InitialSort%2CPub_Date%2CPub_List_No%2CSeries_No&q=Webster+Thomas%2C&search=Go).
Consultato il 14 febbraio 2020.
- Descriptio Romae. Catasto Urbano - Pio Gregoriano
(www.dipsuwebgis.uniroma3.it).
Consultato il 14 febbraio 2020.
- docs.bentley.com: UTM
(<https://docs.bentley.com/LiveContent/web/MicroStation%20Help-v12/it/GUID-92370958-9F4A-D1EF-3148-9A6D04B53707.html>).
Consultato il 13 ottobre 2021.
- Ecologia liberale: leggi sulla tutela del paesaggio
(<https://ecologia-liberale.blogspot.com/2014/11/la-prima-legge-di-tutela-del-paesaggio.html>).
Consultato il 07 marzo 2020.
- ESRI. ArcGIS Pro
3D Analyst
(<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/analysis/3d-analyst/get-started-with-3d-analyst-in-pro.htm>).
Consultato il 18 ottobre 2021.
- ESRI. ArcGIS Pro
Clip, strumenti di Geoprocessing.
(<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/analysis/clip.htm>).
Consultato il 05 aprile 2020.
- ESRI. ArcGIS Pro
Create LAS Dataset, strumenti di Geoprocessing.
(<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/data/las-dataset/create-a-las-datasets.htm>).
Consultato il 12 ottobre 2021.
- ESRI. ArcGIS Pro
Funzione Hillshade.
(<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/analysis/raster-functions/hillshade-function.htm>).
Consultato il 06 agosto 2021.
- ESRI. ArcGIS Pro
Las dataset to raster
(<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/conversion/las-dataset-to-raster.htm>).
Consultato il 02 dicembre 2021.

- ESRI. ArcGIS Pro
Las dataset to TIN
(<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/3d-analyst/las-dataset-to-tin.htm>).
Consultato il 02 dicembre 2021.
- ESRI. ArcGIS Pro
Make las dataset layer
(<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/data-management/make-las-dataset-layer.htm>).
Consultato il 02 dicembre 2021.
- ESRI. ArcGIS Pro
Point to raster
(<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/tool-reference/conversion/point-to-raster.htm>).
Consultato il 02 dicembre 2021.
- ESRI. ArcGIS Pro
3D object feature
(<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/data/3d-objects/what-is-a-3d-object-feature-class-.htm>).
Consultato il 25 ottobre 2021.
- ESRI.
Manhattan skyscraper.
(<https://esri.github.io/Manhattan-skyscraper-explorer/>).
Consultato il 03 marzo 2020.
- Firenze1903
Leonardo da Vinci, 1473. Paesaggio sul fiume. Firenze, Galleria degli Uffizi.
(<https://www.firenze1903.it/paesaggio-fiume-mostra-500-anni-dalla-morte-leonardo/>).
Consultato il 10 febbraio 2020.
- Società Italiana di Arboricoltura
(https://www.isaitalia.org/images/stories/documenti/Indispensabili/protocollo_vta.pdf).
Consultato il 01 dicembre 2021.
- journals.openedition.org: Humboldt Alexander, Bonpland Aimé, 1799-1803. Geografia delle piante equinoziali. Quadro fisico delle Ande e dei Paesi vicini.
(<https://journals.openedition.org/cybergeo/25478?lang=en>).
Consultato il 14 febbraio 2020.
- Landscape Institute
(<https://www.landscapeinstitute.org/about/about-the-landscape-institute/>).
Consultato il 13 maggio 2020.
- Landscape Institute: pdt
(<https://www.landscapeinstitute.org/technical-resource/pdt-store/>).
Consultato il 13 maggio 2020.
- National Gallery
Koninck Philips. An extensive landscape with a road by a river. Londra, National Gallery.
(<https://www.nationalgallery.org.uk/paintings/philips-koninck-an-extensive-landscape-with-a-road-by-a-river>).
Consultato il 23 ottobre 2019.
- Ordine degli architetti di Roma e Provincia. Documenti di architettura
Calzolari Vittoria, 2003. Roma: permanenza e fragilità del sistema storico ambientale.
(https://o2.architettilroma.it/monitor/d/didatticaurbana/calzolari_permanenza_e_fragilita.html).
Consultato il 02 giugno 2021.
- Parco Archeologico dell'Appia Antica
(<https://www.parcoarcheologicoappiaantica.it/>).
Consultato il 18 maggio 2021.
- Pithandvigor
Repton Humphry, XVIII secolo. Red Books.
(<https://pithandvigor.com/2013/05/before-after-humphry-repton/>).
Consultato il 27 ottobre 2020.

Sara Colaceci

Provincia di Roma. Dipartimento V. Risorse agricole e ambientali.

Carta geologica di Roma, 1971. In Ventriglia Ugo. Geologia della città di Roma. Roma: 1971.

(<http://www.provincia.rm.it/dipartimentoV/SitoGeologico/editore/documentiUpload/CARTA%20GEOLOGICA%20CITTA%20ROMA.PDF>).

Consultato il 02 luglio 2021.

Provincia di Roma. Dipartimento V. Risorse agricole e ambientali

Carta litostratigrafica, 1990. In Ventriglia Ugo. Idrogeologia della provincia di Roma. Regione vulcanica dei Colli Albani. Roma: 1990, vol. 3.

(http://www.provincia.rm.it/dipartimentoV/SitoGeologico/editore/documentiUpload/COLLI%20ALBANI_LITO-STRATIGRAFICA.PDF).

Consultato il 02 luglio 2021.

Regione Lazio. Open Data.

(<http://dati.lazio.it/catalog/dataset/carta-tecnica-regionale-2002-2003-5k-roma>).

Consultato il 27 febbraio 2020.

Senseable City Lab

City Nature Challenge.

(www.senseable.mit.edu/city.nature-challenge).

Consultato il 15 febbraio 2020.

Senseable City Lab

Roboat.

(https://senseable.mit.edu/roboat_summer_day/).

Consultato il 15 febbraio 2020.

Treccani: ontologia

(https://www.treccani.it/enciclopedia/ontologia-informativa_%28Lessico-del-XXI-Secolo%29/).

Consultato il 02 aprile 2020.

Treccani: panorama

(<https://www.treccani.it/vocabolario/panorama/>).

Consultato il 09 marzo 2020.

Treccani: tassonomia

(<https://www.treccani.it/vocabolario/tassonomia/>).

Consultato il 02 aprile 2020.

United States Geological Survey: DEM

(https://www.usgs.gov/faqs/what-a-digital-elevation-model-dem?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products).

Consultato il 26 maggio 2020.

Urbanistica. Comune di Roma

Carta Geolitologica del territorio comunale.

(<http://www.urbanistica.comune.roma.it/prg-2008-vigente/elaborati-gestionali/g9-1-carta-geolitologica.html>).

Consultato il 03 giugno 2020.

Van der Berk Nurseries

(<https://www.vdberk.com/>).

Consultato il 23 dicembre 2021.

3dgis.it: UTM

(<https://www.3dgis.it/it/proiezione-universal-transverse-mercator/>).

Consultato il 13 ottobre 2021.



Sara Colaceci

Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura
Sapienza Università di Roma
sara.colaceci@uniroma1.it

Dottoranda presso il *Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura* di Sapienza Università di Roma, nel curriculum *Disegno*. Laureata con il massimo dei voti in *Architettura - Progettazione Architettonica* presso il *Dipartimento di Architettura* dell'*Università degli Studi Roma Tre*.

La sua tesi di laurea dal titolo *Il recupero dei segni interrotti. Piano di assetto per le riconessioni urbane dell'area di Tor Fiscale a Roma* è stata finalizzata all'indagine della Campagna romana, alla comprensione del rapporto tra segni antropici e paesaggio e alla ricostruzione delle presenze archeologiche lungo il tracciato dell'antica via Latina.

Nello stesso dipartimento svolge supporto alla didattica nel corso di *Disegno dell'Architettura*, della professoressa Maria Grazia Cianci, e ha assunto il titolo di *Cultore della Materia* nei corsi di *Disegno dell'Architettura*, *Struttura della Città* e *Rappresentazione del Paesaggio*, svolgendo attività di tutorato e specifici seminari sui temi del disegno dell'architettura, del rilevamento e delle tecniche di rappresentazione.

Gli interessi di ricerca sono rivolti alle tematiche inerenti la rappresentazione della città, dell'ambiente e del paesaggio. Ha al suo attivo diverse pubblicazioni in convegni nazionali e internazionali e in riviste di classe A.

Nei tre anni di dottorato ha partecipato alle ricerche dipartimentali sul rilevamento architettonico e urbano, rappresentazione della città, reverse modeling. Si è occupata dell'organizzazione del Convegno Internazionale *Rappresentazione Architettura Storia. La diffusione degli ordini religiosi in Italia e nei Paesi del Mediterraneo tra Medioevo ed Età Moderna* con Rossana Ravesi e Roberto Ragione, e delle Giornate di Studio *Archivi digitali di Sapienza. Itinerari culturali per la conoscenza. Archivio dei Disegni dell'Ex Dipartimento di Rilievo, Analisi, Disegno dell'Ambiente e dell'Architettura (RADAAR)* con Alekos Diacodimitri, Giulia Pettoello, Francesca Porfiri, Federico Rebecchini (responsabile scientifico Emanuela Chiavoni).

Sapienza Università di Roma
Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura
Dottorato Innovativo Internazionale in
Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura
International PHD Course in
History, Representation and Restoration of Architecture
Curriculum in Disegno / Representation - SSD ICAR/17

