



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA TUSCIA di VITERBO

DIBAF

---

FRANCESCO BAINI

**STUDIO PRELIMINARE SU TASSOCENOSI A CHILOPODI IN AMBIENTI  
FORESTALI LUNGO UN GRADIENTE DI URBANIZZAZIONE:  
IL CASO DI ROMA**

---

**DOTTORATO DI RICERCA IN ECOLOGIA FORESTALE  
XXVII CICLO**

---

Coordinatore  
Prof. Paolo De Angelis  
Tutor  
Prof. Marzio Zapparoli

---

ANNI 2012-2015

|                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>INDICE</b>                                                                                                        | 4  |
| <b>ABSTRACT</b>                                                                                                      |    |
| <b>1. INTRODUZIONE</b>                                                                                               |    |
| <i>1.1 Gli Artropodi: diversità e significato</i>                                                                    | 11 |
| <i>1.2 L'Entomologia urbana nel quadro degli studi faunistici in ecosistemi urbani</i>                               | 12 |
| <i>1.3 Studi sugli Artropodi negli ambienti urbani in Europa</i>                                                     | 12 |
| <i>1.4 Studi sugli Artropodi negli ambienti urbani in Italia</i>                                                     | 14 |
| <i>1.5 Il caso di Roma e della Campagna Romana: gli studi pregressi e prospettive di ricerca</i>                     | 15 |
| <i>1.6 Struttura e scopi della presente ricerca</i>                                                                  | 19 |
| <b>2. AREE DI STUDIO</b>                                                                                             |    |
| <i>2.1 Lo sviluppo urbano di Roma dall'Unità d'Italia ad oggi con particolare riferimento al settore occidentale</i> | 20 |
| <i>2.2 Lineamenti ambientali e climatici di Roma e della Riserva Naturale Statale del Litorale Romano</i>            | 26 |
| <i>2.3 Aree di studio</i>                                                                                            |    |
| <i>2.3.1 Villa Doria Pamphili</i>                                                                                    | 31 |
| <i>2.3.2 Monte Mario</i>                                                                                             | 33 |
| <i>2.3.3 Oasi di Macchiagrande</i>                                                                                   | 37 |
| <b>3. MATERIALI E METODI</b>                                                                                         |    |
| <i>3.1 Stazioni di campionamento</i>                                                                                 | 38 |
| <i>3.1.1 Caratterizzazione spaziale e strutturale dei frammenti forestali selezionati</i>                            | 42 |
| <i>3.2 Tecniche e strumentazione</i>                                                                                 | 43 |
| <i>3.3.I Chilopodi</i>                                                                                               | 45 |
| <i>3.4 Analisi statistica dei dati</i>                                                                               | 48 |

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>4. RISULTATI</b>                                                                              |    |
| <i>4.1 Composizione in specie</i>                                                                | 50 |
| <i>4.2 Abbondanza e valori di dominanza</i>                                                      | 54 |
| <i>4.3 Indici di diversità</i>                                                                   | 58 |
| <i>4.4 Analisi dei valori medi di <math>S</math> e <math>n</math> dei differenti ecotipi</i>     | 59 |
| <i>4.5 Effetto delle variabili ambientali e del grado di urbanizzazione sulle singole specie</i> | 64 |
| <b>5. DISCUSSIONI E CONCLUSIONI</b>                                                              | 65 |
| <b>6. BIBLIOGRAFIA</b>                                                                           | 69 |

## ABSTRACT

Gli Artropodi degli ambienti urbani sono da anni oggetto di indagine. In Europa, gli effetti dell'urbanizzazione sono stati recentemente studiati su numerosi taxa di macroartropodi del suolo in differenti altre realtà urbane dell'Europa centrale e settentrionale. Pur non riconoscendo nelle differenti realtà urbane investigate un pattern analogo di distribuzione della biodiversità, questi studi hanno comunque mostrato che l'urbanizzazione ha effetti significativi sui parametri strutturali delle comunità come abbondanza, ricchezza specifica e diversità. In particolare, nella maggior parte dei casi, si è notato che gli elementi faunistici altamente specializzati sono quelli maggiormente sensibili agli effetti dell'urbanizzazione e tendono a diminuire dalle aree periferiche alle aree centrali.

La necessità di ottenere ulteriori informazioni di tipo ecologico sulla distribuzione spaziale delle comunità di macroartropodi del suolo e sul loro grado di conservazione a Roma, ha stimolato l'avvio di una indagine di tipo macroecologico nell'area Capitolina. Tale indagine può fornire utili indicazioni sullo stato di conservazione dei suoli delle aree verdi di Roma, impiegando gli Artropodi come indicatori della qualità ambientale i quali rivestono un ruolo chiave nella funzionalità di molti processi ecosistemici.

Motivo di ulteriore stimolo per l'avvio di tale progetto di ricerca è stato anche il proposito di comparare i dati ottenuti su Roma con quelli emersi in altre realtà urbane d'Europa nell'ambito del programma di ricerca GLOBENET.

Nel quadrante nord-ovest della città di Roma e delle aree suburbane adiacenti, mediante l'analisi spaziale con GIS e sopralluoghi diretti sul campo sono stati individuati 3 frammenti forestali disposti lungo un gradiente di urbanizzazione e ubicati all'interno di ville storiche ed aree protette (Villa Pamphili, Riserva Naturale Regionale Monte Mario, Oasi WWF di Macchiagrande di Fregene).

I frammenti si differenziano per: i) distanza dal centro urbano, ii) matrice circostante, iii) tipo di gestione. In base a tali caratteristiche ogni frammento è stato attribuito a una delle seguenti tre categorie: urbana, suburbana, rurale.

Lo studio si propone di esaminare l'importanza relativa della struttura del paesaggio urbano di Roma e della qualità degli habitat forestali oggetto dell'indagine, in funzione dell'abbondanza, della ricchezza specifica e della diversità di cenosi a Chilopodi forestali.

Nello specifico si procederà (i) alla descrizione dei parametri strutturali delle tassocenosi nei frammenti forestali selezionati lungo il gradiente urbano, (ii) alla determinazione del grado

di conservazione delle cenosi stesse, (iii) alla valutazione degli effetti di determinate variabili ambientali delle stazioni di campionamento e del grado di urbanizzazione sulle singole specie.

Sulla base dei dati ricavati, il presente studio si propone di vagliare le ipotesi di distribuzione della biodiversità in ambienti urbani, teorizzate in precedenti lavori:

**Intermediate Disturbance Hypothesis;**

**Increasing Disturbance Hypothesis;**

**Habitat Specialist Hypothesis;**

**Opportunistic Species Hypothesis.**

All'interno di ognuna delle tre aree di studio (Villa Pamphili PAM, Monte Mario MAR, Oasi di Macchiagrande FRE) sono stati selezionati tre frammenti forestali come stazioni di campionamento, appartenenti alla classe fitosociologica *Querceta ilicis* Br.-Bl., la cui specie arborea dominante è il leccio (*Q. ilex*).

L'analisi spaziale con GIS e il lavoro sul campo hanno permesso di caratterizzare la struttura spaziale circostante e quella interna dei tre frammenti forestali sopraelencati.

Inoltre all'interno dei tre frammenti selezionati, in un giorno stabilito ogni due sessioni di campionamento sono stati annotati i valori di quattro variabili strutturali ambientali, calcolati all'interno di una circonferenza del raggio di 2 m, prendendo come centro della circonferenza ogni singola trappola.

Dopo aver superato problematiche di natura metodologica derivanti dall'utilizzo di pitfall-traps come metodo passivo di campionamento della fauna epigea, è stato stabilito un protocollo di campionamento che prevede l'utilizzo di due trap stations formate ciascuna da 4 trappole per ognuno dei frammenti forestali oggetto di studio.

Ogni sessione di campionamento si è svolta nell'arco di tempo di 21-31 giorni, a partire dal mese di giugno 2015 fino a giugno 2016.

Nell'analisi statistica sono stati usati i seguenti indici:

- Indice di Jaccard;
- Indice di Bruy Curtis;
- Ripartizione in classi di dominanza;
- Indice di Morisita;
- Indice di diversità di Shannon Wiener;
- Indice di Pielou (Equiripartizione).

Inoltre, al fine di studiare gli effetti delle variabili ambientali e del grado di urbanizzazione sul numero di individui catturati di ciascuna specie in ogni trappola, è stata effettuata una analisi multivariata di tipo ordinale (CCA, Canonical Correspondence Analyses).

Sono stati applicati i seguenti test di confronto per verificare la significatività statistica di differenze o somiglianze tra i vari set di dati:

- Nested ANOVA;
- Test di Tukey;
- Coefficiente di correlazione di Spearman.

Lo studio ha evidenziato che:

Le tre tassocenosi indagate si differenziano l'una dall'altra per quanto riguarda gli aspetti strutturali delle comunità biotiche. La lecceta di Monte Mario è caratterizzata da una maggiore complessità per quanto riguarda la composizione specifica della cenosi a Chilopodi rinvenuta, contando il maggior numero di specie, una componente endogea di comunità particolarmente diversificata e una percentuale di specie forestali consistente; tali caratteristiche di comunità sono probabilmente legate alle condizioni strutturali moderatamente complesse della lecceta di Monte Mario (MAR) e alla sua vicinanza ad altre probabili aree "source", data l'elevata percentuale di matrice forestale circostante il frammento in esame. Per quanto riguarda l'analisi delle abbondanze, i dati ottenuti indicano una maggior attività dei chilopodi in MAR dovuta, verosimilmente, alla presenza di una consistente popolazione di *Lithobius tylopus*, endemita appenninico, legato ad ambienti forestali piuttosto stabili. Inoltre, i test effettuati sui valori di abbondanza per specie indicano che le cenosi presenti a Villa Pamphili (PAM) e Fregene (FRE) si trovano attualmente in una condizione di minor complessità e stabilità rispetto a Monte Mario, confermando ulteriormente le caratteristiche di comunità tipiche di stadi successionali o soggetti a disturbo.

I dati ottenuti relativamente alla complessità specifica e agli indici di diversità, maggiori nell'ambiente intermedio (MAR) lungo il gradiente di urbanizzazione potrebbero parzialmente confermare l'**Intermediate Disturbance Hypothesis**, e l'**Increasing Disturbance Hypothesis**. Al contrario, non sono state confermate l'**Habitat Specialist Hypothesis** e l'**Opportunistic Species Hypothesis**.

Dai risultati ottenuti la distribuzione delle comunità di Chilopodi delle aree campionate sembra di conseguenza discostarsi dai modelli rilevati in altre realtà urbane, con una prevalenza di specie e maggiore biodiversità nell'area intermedia di Monte Mario. Risultati simili per l'area di Roma sono stati ottenuti su altri taxa, sia di Artropodi che di Vertebrati.

E' infine evidente il ruolo della eterogeneità strutturale insita nel frammento, non solo la sua posizione nella matrice urbana, nel determinare la distribuzione della biodiversità, e questo è stato quantificato statisticamente nel presente lavoro. Monte Mario, caratterizzata da un più elevato grado di stratificazione e complessità strutturale rispetto alle altre due è come già evidenziato precedentemente la stazione con il maggior numero di specie tra cui in particolari, alcune specie di geofilomorfi e criptopidi particolarmente influenzati da tale diversità strutturale e completamente mancanti nelle cenosi rinvenute a Villa Pamphili e Fregene.

## ABSTRACT

Arthropods of urban area have been studied for years. Recently, the effects of urbanization have been studied on numerous taxa of soil macroarthropods in different urban areas of Central and northern Europe. While not recognizing a similar pattern of distribution of biodiversity in the investigated cities, these studies have shown that urbanization has significant effects on the structural parameters of the community, like abundance, diversity and richness. In particular, it was noted that the highly specialized faunal elements are those most susceptible to the effects of urbanization and tend to decrease from the peripheral areas to the central ones.

With the aims to obtain more information on spatial distribution of soil macroarthropods communities and on their degree of conservation in Rome, in the “Capitolina” area a macroecological study has been carried out. This study may provide useful information on the conservation status of the the green areas of Rome, employing Arthropods as indicators of environmental quality, which play a key role in the function of many ecosystem processes.

The purpose of comparing data obtained on Rome with data from other European cities, like in the research program GLOBENET, is another reason for starting this research project.

Using spatial analysis with GIS and field direct surveys, three forest fragments, arranged along a gradient of urbanization and located within protected areas and historical villas in the northwest quadrant of the city of Rome and the adjacent suburban areas, were identified (Villa Pamphili PAM, Riserva Regionale Natural di Monte Mario MAR, Oasi WWF di Macchiagrande di Fregene FRE).

The fragments are different for: i) distance from the center of the town, ii) surrounding matrix, iii) type of management. Based on these characteristics, each fragment was attributed to one of the following three categories: urban, suburban, rural.

The study aims to examine the relative importance of the urban landscape structure of Rome and the quality of forest habitats for abundance, species richness and diversity of forest Centipede communities.

Specifically, we will proceed (i) a description of the structural parameters of communities in forest fragment selected along the urban, (ii) a determination of the degree of conservation of the communities, (iii) an assessment of the effects of some environmental variables and degree of urbanization on individual species.

Based on the obtained data, the present study aims to explore the biodiversity hypothesis of distribution in urban environments, theorized in previous works:

- **Intermediate Disturbance Hypothesis;**

- **Increasing Disturbance Hypothesis;**
- **Habitat Specialist Hypothesis;**
- **Opportunistic Species Hypothesis.**

Within each of the three study areas (Villa Pamphili, Monte Mario, Oasi di Macchiagrande) three forest fragments were selected as sampling stations, within phytosociological class *Querceta ilicis* Br.-Bl., whose dominant tree species holm oak (*Q. ilex*).

Spatial analysis with GIS and field work have allowed to characterize the surrounding spatial structure and the internal one of the three forest fragments.

Also within the three selected fragments, every two sampling sessions were recorded values of four environmental structural variables, calculated within a radius circumference of 2 m, taking as a center of the circle each trap .

It was determined a sampling protocol that involves the use of two traps stations, each formed by 4 traps for each of the forest fragments.

Each sampling session took place in the time of 21-31 days, starting from the month of June 2015 until June 2016.

For the statistical analysis, the following indices were used:

- Jaccard index;
- Bruy Curtis index;
- Dominance classes;
- Morisita index;
- Shannon Wiener diversity index;
- Pielou index (evenness).

In addition, in order to study the effects of environmental variables and the degree of urbanization on the number of captured individuals of each species in each trap it was made a multivariate analysis of ordinal type (CCA, Canonical Correspondence Analyses).

The following comparison tests were applied to test the statistical significance of differences or similarities between the various data sets:

- Nested ANOVA;
- Tukey Test;
- Spearman correlation coefficient.

The study found that:

The three taxocoenoses investigated differ from each other as regards the structural aspects of the biotic community. Monte Mario is characterized by a greater complexity as regard

the specific composition of the centipede community investigated, counting the greatest number of species, an endogean component of community particularly diversified and a substantial percentage of forest species; these community characteristics are probably related to moderately complex structural conditions of the fragment of Monte Mario (MAR) and its proximity to other probable "source" areas, given the high percentage of forest matrix surrounding the fragment. For the analysis of the abundances, the data obtained indicate greater activity of centipedes in MAR, probably for the presence of a significant population of *Lithobius tylopus*, endemic Apennine and tied to stable forest habitats. In addition, tests carried out for abundance values of the species indicate that communities present in Villa Pamphili (PAM) and Fregene (FRE) are currently in a state of less stability and complexity than in Monte Mario, typical of successional stages or subject to disturbance.

The data obtained in relation of the specific complexity and the diversity indices, further into the intermediate habitat (MAR) along the urbanization gradient could partially confirm the Intermediate Disturbance Hypothesis, and the Increasing Disturbance Hypothesis. On the contrary, the Habitat Specialist Hypothesis and Opportunistic Species Hypothesis are not confirmed.

Therefore, the distribution of centipede communities of the sampled areas seems to deviate from the models found in other urban areas, with a prevalence of species and greater biodiversity in the intermediate area of Monte Mario. Similar results for the area of Rome were obtained on other taxa, both of Arthropods that of Vertebrates.

For determining the distribution of biodiversity, is also clear the role of the structural heterogeneity inside the fragment, not only its position in the urban matrix, and this aspect was statistically quantified in this project. Monte Mario, characterized by a higher degree of stratification and structural complexity than the other two, is the station with the largest number of species including, in particular, some species of Geophilomorpha and Cryptopidae particularly affected by such structural diversity and completely missing in the communities found in Villa Pamphili and Fregene.

# 1. INTRODUZIONE

## *1.1 Gli Artropodi: diversità e significato*

Gli Artropodi costituiscono la componente della diversità animale più ricca del pianeta. In termini di numero di specie, su circa 1.900.000 specie di eucarioti conosciute, 1.100.000, quasi i due terzi, appartiene a questo phylum, il quale è rappresentato soprattutto dagli insetti (Chapman, 2009). Per quanto riguarda l'Italia, delle oltre 57.000 specie animali segnalate nel nostro Paese, più di 47.000 sono Artropodi, di cui 37.000 sono insetti (Minelli et al., 1993-95; Sbordoni et al., 2004; Ruffo & Stoch, 2006).

Negli ecosistemi terrestri gli Artropodi colonizzano un'enorme varietà di microhabitat, dove svolgono i più diversi ruoli e dove spesso sono rappresentati da un grande numero di individui. Essi hanno un enorme significato nella conservazione della biodiversità e nel mantenimento della funzionalità degli ecosistemi partecipando, ad esempio, all'impollinazione di numerose specie di piante, nelle catene alimentari, nel controllo delle popolazioni di altri invertebrati, nel mantenimento della fertilità del suolo (vedi ad es. Huhta, 2007).

Il suolo - quella porzione dell'ambiente subaereo a contatto con l'atmosfera che si spinge in profondità sino allo strato di roccia madre - può ospitare un numero enorme di specie di Artropodi, confrontabile se non superiore a quello stimato per la canopy delle foreste tropicali (André et al., 1994). Benché esistano difficoltà di valutazione, si calcola che il numero di specie conosciute che costituisce la fauna del suolo sia di circa 360.000, più del 20% del totale delle specie. Di queste, gli Artropodi costituiscono circa l'85% (vedi ad es. Stork & Eggleton, 1992; Decaëns et al., 2006; André et al., 2002). Nel suolo, i gruppi tassonomici più significativi sono gli Aracnidi, in particolare gli Acari, i Crostacei Isopodi, i Miriapodi (soprattutto Chilopodi e Diplopodi) e molti insetti. In Italia, la metà degli ordini di insetti rappresentati nella nostra fauna (17 su 32) includono specie che vivono temporaneamente o permanentemente nel suolo, alcuni con poche decine o centinaia di specie, come i Collemboli, i Proturi e i Dipluri, altri con migliaia di specie, come ad esempio i Coleotteri, che in assoluto sono l'ordine più numeroso (Vigna Taglianti & Zapparoli, 2007).

Gli Artropodi, d'altra parte, rappresentano un gruppo ancora assai poco studiato, sia dal punto di vista tassonomico, sia faunistico, sia ecologico, nonostante l'Entomologia in senso lato sia una materia di primo piano tra le discipline naturalistiche. A parte pochi gruppi tassonomici, le cui conoscenze sono soddisfacenti e aggiornate, anche in Italia, dove la tradizione di studio su

questi animali è oramai lunga, le informazioni di base disponibili sulla maggior parte delle specie (tassonomia, faunistica, ecologia) sono ancora scarse e necessitano di essere incrementate.

## ***1.2 L'Entomologia urbana nel quadro degli studi faunistici in ecosistemi urbani***

Le indagini sul popolamento animale delle grandi città hanno avuto uno sviluppo relativamente recente e solo negli ultimi decenni si è assistito a un rapido incremento delle conoscenze in vari Paesi del Mondo, soprattutto in Europa e negli Stati Uniti. Recentemente, queste ricerche si inseriscono spesso nel più ampio ambito degli studi di ecologia urbana (Zapparoli, 1997a).

Riguardo alla tematica degli insetti negli ambienti urbani, una prima sintesi degli studi condotti e delle problematiche trattate si deve a Frankie ed Ehler (1978), i quali hanno citato per il periodo compreso circa 150 pubblicazioni dedicate a questo argomento (Zapparoli, 1997a).

Per sottolineare l'importanza che l'Entomologia urbana ha assunto negli ultimi decenni si prenderà in considerazione la sintesi di Dawe (1990): per un periodo di soli sette anni, dal 1980 al 1987, questo autore mette a punto una parziale ma significativa lista di 1.768 pubblicazioni dedicate all'ambiente delle grandi città; i lavori relativi agli Artropodi sono circa 330 e riguardano quasi tutti i principali ordini (Zapparoli, 1997a).

Allo scopo di mettere in evidenza l'ampiezza e la complessità che l'Entomologia urbana ha oramai raggiunto, nei paragrafi che seguono verrà preso in considerazione rispettivamente quanto è stato fatto in Europa (mettendo in evidenza gli studi effettuati effettuati nei vari paesi), in Italia ed a Roma. Non si farà volutamente cenno alle ricerche condotte in altre parti del mondo. Per un quadro generale delle indagini condotte in paesi extra-europei si rimanda comunque a Frankie ed Ehler (1978), Frankie e Koehler (1978, 1983) e a Numata (1982).

## ***1.3 Studi sugli Artropodi negli ambienti urbani in Europa***

Gli Artropodi degli ambienti urbani sono da anni oggetto di indagine (McIntyre, 2000). In Europa, a parte alcuni sporadici studi condotti precedentemente agli anni Quaranta, le prime indagini sull'entomofauna degli ambienti urbani in Europa prendono l'avvio subito dopo la fine della Seconda Guerra Mondiale, in particolare in Gran Bretagna e in Germania (Zapparoli, 1997a); in un primo tempo le ricerche furono indirizzate verso la conoscenza faunistica delle aree interessate, ed in seguito verso studi di carattere applicativo e divulgativo (Zapparoli, 1997a).

In Gran Bretagna l'area urbana maggiormente indagata è ovviamente Londra; si possono ad esempio ricordare i lavori svolti nell'immediato dopoguerra sui processi di ricolonizzazione dell'entomofauna nei siti bombardati, riguardanti Lepidotteri (vedi ad es. Owen, 1949, 1951), Imenotteri (Currie, 1952) e Ditteri (Parmenter, 1954).

Più recentemente, tra i lavori sull'entomofauna londinese vanno ricordati, oltre a quelli più strettamente faunistici sugli Emitteri di Davis (1983a, 1983b, 1984) o sui Lepidotteri di Plant (1987, 1993, 1994), anche quei contributi in cui per la prima volta vengono esaminati aspetti applicativi correlati all'urbanizzazione (vedi ad es. Crosskey, 1985; Dawe, 1990).

Studi di faunistica sono stati condotti anche in altre città, come ad esempio sugli Ortotteri a Bristol (Burton, 1982) e a Coventry sui Ditteri Sirfidi (Wright, 1988). Di notevole interesse i lavori condotti a Liverpool da Barbour (1986), in cui è stata verificata l'influenza del clima e dell'inquinamento da biossido di zolfo nell'aria sul popolamento dei Lepidotteri. Tra i principali studi svolti a Birmingham si ricordano ad esempio quelli sull'influenza della vegetazione e dell'urbanizzazione sul popolamento dei Sirfidi (Payne, 1980).

I primi studi sugli Artropodi negli ambienti urbani in Germania vengono intrapresi negli anni 50-60 a Kield da Tischler (1952, 1966), il quale esamina le comunità ruderali e di ambienti domestici. Nella città di Berlino sono stati condotti interessanti studi sulle dinamiche di colonizzazione di alcune aree ruderali della città (Zapparoli, 1997a). Weigmann (1982) esamina da questo punto di vista le comunità di Acari, Carabidi, Sirfidi e Apoidei anche alla luce delle teorie dell'equilibrio insulare di McArthur e Wilson (1967); nell'ambito di questi studi i Carabidi costituiscono il gruppo a cui viene dedicata sicuramente maggiore attenzione (vedi ad es. Barndt, 1982; Kegel, 1989).

Per ciò che concerne altre città tedesche, piuttosto importante per la quantità di dati raccolti è una indagine sull'entomofauna di Colonia (Hoffmann e Wipking, 1992).

In altri Paesi dell'Europa centro-settentrionale, le indagini sulla Artropodofauna negli ambienti urbani sono più recenti e, più che a tematiche di carattere faunistico, maggiore attenzione è stata rivolta ad aspetti ecologici e applicativi, in particolare all'uso degli Artropodi come bioindicatori (Zapparoli, 2002); numerosi sono gli studi in realtà urbane della Francia, dell'Ungheria, della Polonia, della Romania e della Finlandia sugli effetti dell'urbanizzazione sulla biodiversità del suolo, con particolare riferimento ai taxa di macroArtropodi del suolo (vedi ad es. isopodi oniscidei: Vilisics et al., 2007; diplopodi: Bogyó et al., 2015; chilopodi: Stoev, 2004, Lesniewska et al., 2008; ragni: Alaruikka et al., 2002, Shochat et al., 2004; Varet et al., 2011; coleotteri carabidi: Magura et al., 2004; Magura et al., 2008, Magura et al., 2010; Tóthmérész et al., 2011).

In particolare, queste indagini sono state effettuate su cenosi lungo gradienti urbani, testando varie ipotesi con l'intento di spiegare gli effetti dell'urbanizzazione sulla biodiversità e di individuare modelli univoci di distribuzione della stessa negli ambienti urbani: (a) la diversità raggiunge i valori più elevati nelle zone sottoposte a disturbo intermedio (Intermediate Disturbance Hypothesis: Connell 1978), (b) la diversità diminuisce gradualmente all'aumentare del disturbo (Increasing Disturbance Hypothesis: Gray 1989), (c) i valori di ricchezza specifica delle specie forestali specialiste diminuiscono all'aumentare del disturbo (Habitat Specialist Hypothesis: Magura et al. 2004), (d) il disturbo crescente comporta nelle cenosi una diminuzione dei valori di dominanza delle singole specie forestali e un aumento dei valori relativi a specie generaliste e di ambienti aperti (Opportunistic Species Hypothesis: Magura et al. 2004).

Pur non riconoscendo nelle differenti realtà urbane investigate un pattern analogo di distribuzione della biodiversità, questi studi hanno comunque mostrato che l'urbanizzazione ha effetti significativi sui parametri strutturali delle comunità come abbondanza, ricchezza specifica e diversità. In particolare, nella maggior parte dei casi, si è notato che gli elementi faunistici altamente specializzati sono quelli maggiormente sensibili agli effetti dell'urbanizzazione e tendono a diminuire dalle aree periferiche alle aree centrali (Vilisics et al., 2007; Magura et al., 2008, 2010).

#### ***1.4 Studi sugli Artropodi negli ambienti urbani in Italia***

Per quanto concerne l'Italia, in letteratura sono presenti numerosi studi, generalmente rappresentati da liste di specie, relativi agli Artropodi di città delle regioni settentrionali (Zapparoli, 1997a).

Dal punto di vista della problematica generale particolarmente significativo è senza dubbio il contributo di Minelli (1974). In questo lavoro infatti, oltre a fornire un quadro d'insieme della fauna della città di Treviso, si illustrano, per la prima volta in Italia le principali caratteristiche del popolamento animale delle città e le problematiche ad esso collegate in chiave ecologica ed evolutiva (Zapparoli, 1997a).

Numerose indicazioni si hanno sull'Artropodofauna antropofila e sinantropa, soprattutto su Artropodi di interesse medico ed economico presenti nelle case e nei magazzini di varie città italiane, ad esempio Padova (Mannucci Minelli e Minelli, 1979), Venezia (Ratti, 1981), Firenze (Vanni et al., 1987), Bologna (Gardenghi et al., 1992) e Cremona (Groppali, 1990).

Notevole attenzione è stata anche dedicata agli insetti dannosi al verde urbano e alle piante ornamentali (vedi ad es. Covassi, 1985; Longo et al., 1994).

Molta attenzione viene rivolta alle specie di ingresso accidentale in Italia le quali, in particolare quelle fitofaghe, negli ambienti urbani possono facilmente moltiplicarsi e quindi espandersi (vedi ad es. Crovetti, 1989; Baldassari, 1992; Trematerra e Zapparoli, 1994).

Parallelamente hanno avuto sviluppo anche gli aspetti legati al controllo degli Infestanti e ai problemi collegati (vedi ad es. Camoni, 1989; Montermini e Trematerra, 1994).

Le indagini più recenti sull'artropodofauna negli ambienti urbani, con particolare attenzione alla fauna del suolo, riguardano principalmente studi sul ruolo degli Artropodi come bioindicatori del suolo e della qualità ambientale (vedi ad es. Santorufo et al., 2012; Rota et al., 2014; Caruso et al., 2016).

### ***1.5 Il caso di Roma e della Campagna Romana: gli studi pregressi e prospettive di ricerca***

Dal punto di vista entomologico, le ricerche effettuate nell'area capitolina si inseriscono in buona parte nel quadro più ampio degli studi condotti dalle varie scuole dell'entomologia romana che si sono sviluppate dall'Ottocento a oggi e dei rispettivi settori disciplinari (Vigna Taglianti, 1980).

In questa sezione l'area a cui si farà maggiormente riferimento corrisponde a quella parte di territorio comunale oggi compresa all'interno del Grande Raccordo Anulare; non mancheranno tuttavia, per motivi di continuità naturale, richiami ad altri settori della Campagna Romana esterna a questo confine.

Nella prima metà dell'ottocento vanno ricordate sicuramente le indagine entomologiche di tipo applicativo, medico, veterinario e di lotta alle locuste, condotte nella circostante Campagna Romana (vedi ad es. Senni, 1811, 1839; Doria, 1816) e sulle invasioni di locuste (Metaxà e Rolli, 1825). Nel settore dell'Entomologia medica è da ricordare Metaxà (1833) il quale, in un trattato di parassitologia, riporta di un caso di miasi umana prodotta da un Dittero, probabilmente un *Hypoderma*. Altre notizie sugli Insetti dell'area romana risalenti alla prima metà dell'ottocento riguardano gli Odonati e si possono ricavare da lavori di carattere generale riguardanti questo gruppo pubblicati da Vander Linden (1825) e Hagen (1840).

Per quanto riguarda la seconda metà dell'Ottocento e i primi del Novecento tra i lavori più significativi per la ricchezza di dati raccolti a Roma e dintorni si possono citare ad esempio quelli dedicati ai Coleotteri dovuti a Mingazzini (1885, 1888, 1899) e Ciampi (1905), ai Lepidotteri di Casagrande e Manzone (1890) o Rostagno e Zappelloni (1908, 1909, 1911) e ai Ditteri di Tuccimei (1907, 1908, 1911, 1913). Notizie su altri Artropodi, quali Aracnidi e Miriapodi si desumono poi dalle note di Pavesi e Pirotta (1878) e di Silvestri (1894). Paolo

Luigioni deve essere considerato il più attivo raccoglitore, in questo periodo, nell'area Capitolina. Coleotterologo dilettante, figura di spicco dell'entomologia italiana, condusse intense ricerche entomologiche in tutta l'Italia centrale (Vigna Taglianti, 1980). Grandissima parte delle informazioni disponibili sul popolamento entomologico di Roma e dintorni nel periodo compreso tra la fine del secolo scorso e gli anni Trenta, in particolare sui Coleotteri, fu raccolta e pubblicata da lui (Luigioni, 1892, 1898, 1902, 1920, 1921a, 1921b, 1922a, 1922b, 1923, 1926, 1927, 1929).

Un notevole impulso agli studi sugli Artropodi nel Lazio è stato dato sicuramente dalla Associazione Romana di Entomologia (ARDE); tra la fine degli anni Trenta e gli anni Sessanta, molte delle informazioni disponibili sulla fauna entomologica di Roma si devono al fondatore dell'ARDE, Omero Castellani (Zapparoli, 1997a). Tali studi hanno riguardato ad esempio Imenotteri (1937 a,b,c,d, 1940), Odonati (Castellani, 1936, 1950, 1951, 1953) o Neurotteri (Castellani, 1957).

Durante gli anni Sessanta, molti dati faunistici sugli Artropodi di Roma vengono raccolti da molti soci dell'ARDE; notizie sullo svolgimento di queste raccolte si desumono dai resoconti dell'attività sociale dell'ARDE (Anonimo, 1965, 1967, 1969), tuttavia la gran parte dei dati rimane inedita (Zapparoli, 1997a). I lavori pubblicati sono di natura sistematica e faunistica e sono dedicati a famiglie di Coleotteri, soprattutto Buprestidi (Tassi, 1961, 1962; Gobbi, 1967, 1968, 1970, 1973, 1974, 1986, 1992), Cerambici (Parenti, 1964, 1966) e Curculionidi (Colonnelli, 1974, 1980). In particolare, Gobbi (1992) descrive le comunità a Coleotteri Buprestidi e le condizioni ambientali generali di quegli anni, riportando notizie su aree prative umide e xeriche periferiche, oggi in parte inglobate dall'espansione urbanistica o profondamente alterate dalle attività antropiche (Zapparoli, 1997a).

Riguardo ai Macrolepidotteri da citare ad esempio i Cataloghi di Prola et al. (1977, 1978).

Durante gli anni Ottanta-Novanta prendono vita i primi progetti espressamente dedicati all'entomofauna cittadina; si tratta di indagini di carattere faunistico e di primi lavori a carattere ecologico. In questo periodo vengono ad esempio studiati gli Odonati dei parchi urbani e delle aree verdi periferiche da Rota e Utzeri (1985), i Coleotteri Scarabeoidei coprofagi da Carpaneto e Piattella (1990) e i primi studi sul popolamento a Chilopodi (Zapparoli, 1990, 1992). Da ricordare inoltre alcuni lavori di sintesi su insetti in generale (Zapparoli, 1997a, 1997b) e su alcuni gruppi tassonomici specifici, come ad esempio scorpioni (Crucitti et al., 1998), chilopodi (Zapparoli, 1992) e coleotteri carabidi (Todini et al., 1998; Vigna Taglianti et al., 2001).

Anche se solo marginalmente, negli anni Ottanta-Novanta i dati raccolti nel corso delle indagini faunistiche effettuate nei decenni precedenti vengono per la prima volta utilizzati per

considerazioni di carattere qualitativo sul popolamento animale in generale nell'ambito di progetti di recupero o di riqualificazione ambientale di aree verdi, promossi dalle Amministrazioni Capitoline, come nel caso dell'ultimo tratto del Corso dell'Aniene, del Pineto e di Villa Ada (Vigna et al., 1984; Zapparoli, 1985; Mira, 1988; Carpaneto e Piattella, 1990) e nell'ipotesi di studi di progettazione ambientale in ambito urbano (Bologna et al., 1996).

Negli ultimi due decenni, con particolare riferimento agli Artropodi del suolo, l'avvento della modellistica ecologia e degli studi di biondificazione ha dato impulso a una serie di ricerche mirate all'analisi delle strutture e delle dinamiche di comunità su alcuni gruppi tassonomici specifici, come isopodi oniscidei (Pitzalis et al., 2005; Bains et al., 2012; 2014), i chilopodi (Trucchi et al., 2009; Bains et al., 2012; 2014), collemboli (Pitzalis et al., 2005), i Coleotteri Carabidi (Bains et al., 2012, 2014), e gli Scarabeoidei (Carpaneto, 2005; Fattorini, 2011a).

Di notevole interesse gli studi sui tassi di estinzione di Fattorini (2011a,b, 2013), ottenuti utilizzando dati d'archivio e di collezioni museali relativi a Coleotteri Tenebrionidi e altri taxa di Roma.

L'elaborazione dei dati raccolti in queste ricerche ha permesso di documentare notevoli cambiamenti nella composizione di alcune zoocenosi, come ad esempio quella degli scarabeoidei coprofagi (Carpaneto et al., 2005), o di dimostrare l'estinzione di specie appartenenti a gruppi di insetti come scarabeoidei, tenebrionidi, lepidotteri diurni, in relazione all'aumento dell'urbanizzazione (Fattorini, 2011a, 2011b).

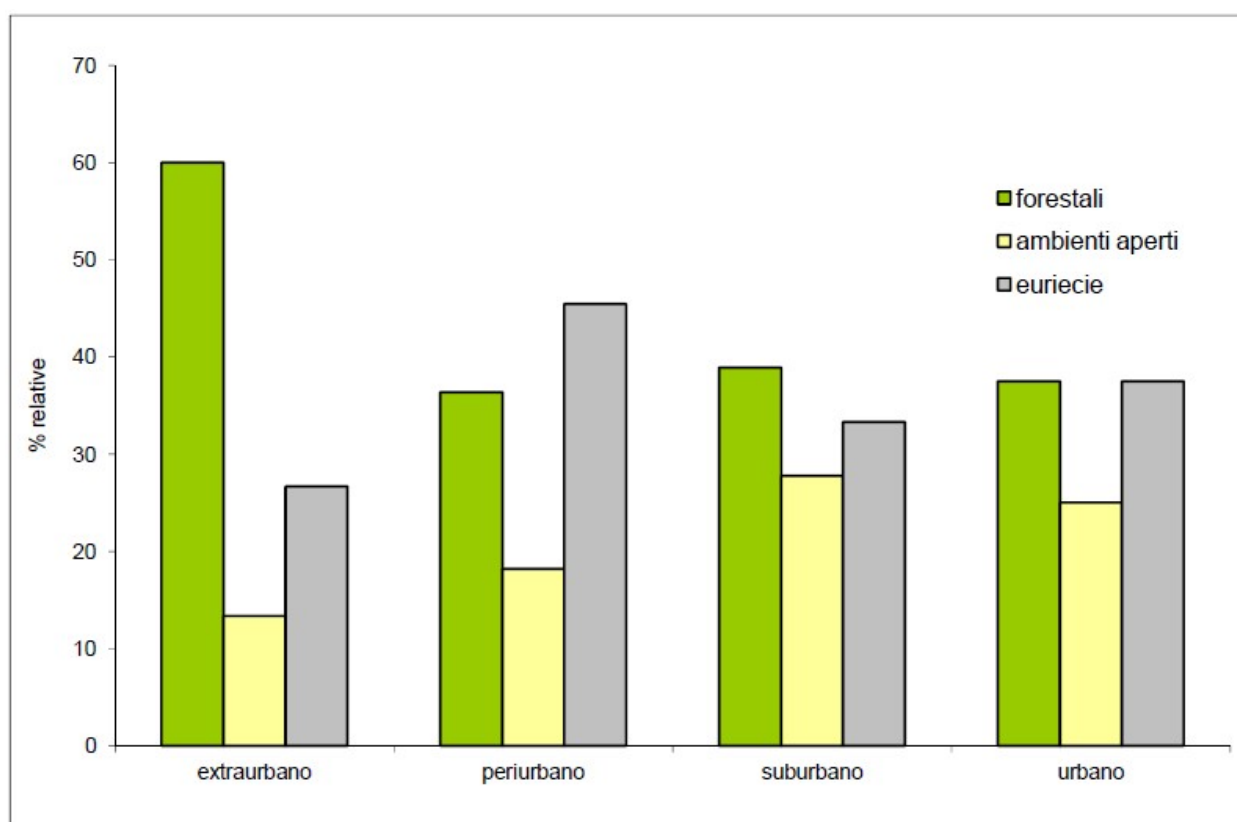
La necessità di ottenere ulteriori informazioni di tipo ecologico sulla distribuzione spaziale delle comunità di macroartropodi del suolo e sul loro grado di conservazione a Roma, ha stimolato l'avvio di una serie di indagini di tipo macroecologico nell'area Capitolina. Tali indagini possono fornire utili indicazioni sullo stato di conservazione dei suoli delle aree verdi di Roma, impiegando gli Artropodi come indicatori della qualità ambientale i quali rivestono un ruolo chiave nella funzionalità di molti processi ecosistemici (Humphrey et al., 1999).

Molti gruppi di Artropodi del suolo, come ad esempio gli isopodi oniscidei, i chilopodi e i coleotteri carabidi, vengono considerati ottimi bioindicatori dato il buon livello di conoscenza tassonomica, corologica ed ecologica (Minelli e Iovane, 1987; Paoletti e Hassall, 1999; Vigna Taglianti et al., 2001; Zapparoli, 2006).

Motivo di ulteriore stimolo per l'avvio di tali progetti di ricerca è stato anche il proposito di comparare i dati ottenuti su Roma con quelli emersi in altre realtà urbane d'Europa nell'ambito del programma di ricerca GLOBENET (vedi Niemelä, e Kotze, 2009).

Ad esempio, in un indagine di tipo zoo-sociologico recentemente condotta su popolamenti a chilopodi lungo il gradiente urbano a sud-est di Roma, i primi risultati di questa

indagine, condotta in questo caso solo sul popolamento dei chilopodi, hanno evidenziato che, analogamente a quanto osservato in altre città d'Europa, le specie più sensibili agli effetti dell'urbanizzazione sono quelle maggiormente legate agli ambienti forestali, le quali tendono a diminuire procedendo dalla periferia verso il centro, in rapporto al progressivo aumento di elementi eurieci o steppici (Fig. 1). Tale indagine ha inoltre messo in evidenza il carattere relittuale delle popolazioni di alcune specie (e.g., *Eupolybothrus imperialis* (Meinert), *Lithobius romanus* Meinert) nell'area urbana di Roma analogamente a quanto osservato per altri taxa di Artropodi del suolo (v. Fattorini, 2011a, 2011b).



**Fig. 1.** Frequenza relativa delle specie di Chilopodi ripartite per preferenze ambientali rinvenute lungo il gradiente urbano di Roma Sud – Est.

In questo caso, l'area di studio è rappresentata da una fascia di territorio compreso tra il centro della città (Colosseo) e il versante occidentale dei Colli Albani, attraverso un transetto ideale che si estende lungo le aree verdi ed archeologiche più centrali (Villa Celimontana, Terme di Caracalla, Foro Romano, Colle Oppio, Palatino e Domus Aurea), il Parco Regionale dell'Appia Antica, il quartiere di Tor Marancia, il Parco della Caffarella e le fasce boscate comprese nel territorio dei comuni di Rocca di Papa (Monte Cavo, Maschio delle Faete, Parco Regionale dei Castelli Romani e Malepasso Vecchiarello).

## ***1.6 Struttura e scopi della presente ricerca***

Nel quadrante nord-ovest della città di Roma e delle aree suburbane adiacenti, mediante l'analisi spaziale con GIS e sopralluoghi diretti sul campo sono stati individuati 3 frammenti forestali (generalmente appartenenti alla classe fitosociologica *Querceta ilicis* Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs, 1950) disposti lungo un gradiente di urbanizzazione e ubicati all'interno di ville storiche ed aree protette (Villa Pamphili, Riserva Naturale Regionale Monte Mario, Oasi WWF di Macchiagrande di Fregene e Foce Torrente Arrone).

I frammenti si differenziano per: i) distanza dal centro urbano, ii) matrice circostante, iii) tipo di gestione. In base a tali caratteristiche ogni frammento è stato attribuito a una delle seguenti tre categorie: urbana, suburbana, rurale.

Lo studio si propone di esaminare l'importanza relativa della struttura del paesaggio urbano di Roma e della qualità degli habitat forestali oggetto dell'indagine, in funzione dell'abbondanza, della ricchezza specifica e della diversità delle cenosi indagate.

Nello specifico si procederà (i) alla descrizione dei parametri strutturali delle tassocenosi nei frammenti forestali selezionati lungo il gradiente urbano, (ii) alla determinazione del grado di conservazione delle cenosi stesse, (iii) alla valutazione degli effetti di determinate variabili ambientali delle stazioni di campionamento e del grado di urbanizzazione sulle singole specie.

Sulla base dei dati ricavati, il presente studio si propone di vagliare le ipotesi di distribuzione della biodiversità in ambienti urbani, teorizzate in precedenti lavori:

**Intermediate Disturbance Hypothesis** la diversità raggiunge i valori più elevati nelle zone sottoposte a disturbo intermedio;

**Increasing Disturbance Hypothesis** la diversità diminuisce gradualmente all'aumentare del disturbo;

**Habitat Specialist Hypothesis** i valori di ricchezza specifica delle specie forestali specialiste diminuiscono all'aumentare del disturbo;

**Opportunistic Species Hypothesis** il disturbo crescente comporta nelle cenosi una diminuzione dei valori di dominanza delle singole specie forestali e un aumento dei valori relativi a specie generaliste e di ambienti aperti.

## 2. AREE DI STUDIO

### *2.1 Lo sviluppo urbano di Roma dall'Unità d'Italia ad oggi con particolare riferimento al settore occidentale*

Sul piano urbanistico rende molto bene l'ampia problematica di questa città una considerazione tratta da Krumholz (1992):

*“The planning of Rome is extraordinarily difficult because Rome is really four cities in one: first, it is the national capital of Italy; second, is the world capital of the Roman Catholic Church; third, it is one of the world's most important tourist centers – crammed with Roman and Etruscan ruins, Renaissance architecture and magnificent art from all periods; it is a contemporary city of 3 million people, and a growing commercial city which is a headquarters of International business and trade corporations”.*

Si ritiene inoltre di particolare significato sottolineare il fatto che Roma costituisca uno di quei rari casi in cui l'espansione urbana verificatasi nell'ultimo secolo è avvenuta su un'area pressoché disabitata e non, come generalmente è avvenuto nelle altre grandi città europee, attraverso un progressivo processo di conurbazione, inglobando centri vicini in un raggio sempre più vasto (Cencini, 1993).

Nel presente capitolo, l'area a cui si farà maggiormente riferimento corrisponde a quella parte del territorio comunale oggi compresa all'interno del Grande Raccordo Anulare, con particolare riferimento al quadrante Ovest e Nord-Ovest, con richiami ad altri settori della Campagna Romana esterni a questo confine.

Alla fine della prima metà dell'Ottocento, secondo l'ultimo dei censimenti papalini, Roma era una città di circa 170.000 abitanti. I suoi confini erano rappresentati dalla cinta delle mura aureliane e vaticane, occupava una superficie di circa 14,5 kmq e la sua topografia era rimasta praticamente inalterata dalla seconda metà del Cinquecento (Zapparoli, 1997a).

Con l'Unità d'Italia nel 1870 viene istituito il Comune, entità amministrativa centralizzata divisa all'epoca in tre settori, la città, il suburbio e l'agro; la città era delimitata dalle mura imperiali e vaticane, il suburbio consisteva in una fascia di territorio esterna ad essa, larga 2-6 Km, caratterizzata da vigne e incolte per una superficie complessiva di circa 90 kmq, mentre l'agro costituiva a sua volta un'estensione esterna al suburbio divisa in tenute di diversa superficie. Dal punto di vista geografico, il termine Agro Romano viene utilizzato per indicare un territorio pianeggiante o debolmente ondulato, non più alto di 200 m s.l.m., attraversato dal

Tevere, dall'Aniene e dai fossi loro affluenti. Tale area è prevalentemente costituita da materiali tufaci con sabbie plioceniche affioranti sulla destra del fiume Tevere (Zapparoli, 1997a).

Alla fine dell'Ottocento l'Agro Romano era caratterizzato dalla presenza di numerose tipologie ambientale e nel settore occidentale e nord-occidentale erano presenti numerose aree boschive, talune utilizzate già dal Rinascimento come riserve di caccia della aristocrazia ecclesiastica (come ad es. Villa Pamphili) (Celesti Grapow e Fanelli, 1993); un utile riferimento cartografico su questo aspetto è sicuramente la “Carta topografica dell'Agro Romano e dei territori limitrofi”, scala 1: 80.000, della quale in figura 2.1 viene rappresentato un dettaglio del foglio “Roma”. Tale carta è stata pubblicata nel 1880 ed in essa vengono indicate i) le aree boscate in verde scuro, ii) le aree coltivate in verde chiaro, iii) i pascoli e i seminativi in marroncino chiaro, iv) gli ambienti fluviali e ripariali in marroncino scuro.

In particolare, le aree boscate del quadrante occidentale e nord occidentale interessavano i seguenti territori: a) l'ampio settore di forma sub triangolare compreso tra Via Cassia, l'Acquedotto Trionfale ed il confine del suburbio che includeva l'Insugherata; b) i Monti della Farnesina in continuità a sud-est con il versante occidentale del complesso collinare di Monte Mario; c) lungo l'alto corso del Fosso della Maglianella e dei suoi tributari; d) nella zona di Acquafredda; e) lungo il fosso della Pisana, da Casetta Mattei alla Magliana (Bosco dell'Infernaccio) e, più a sud-ovest, alla Muratella (Zapparoli, 1997a).

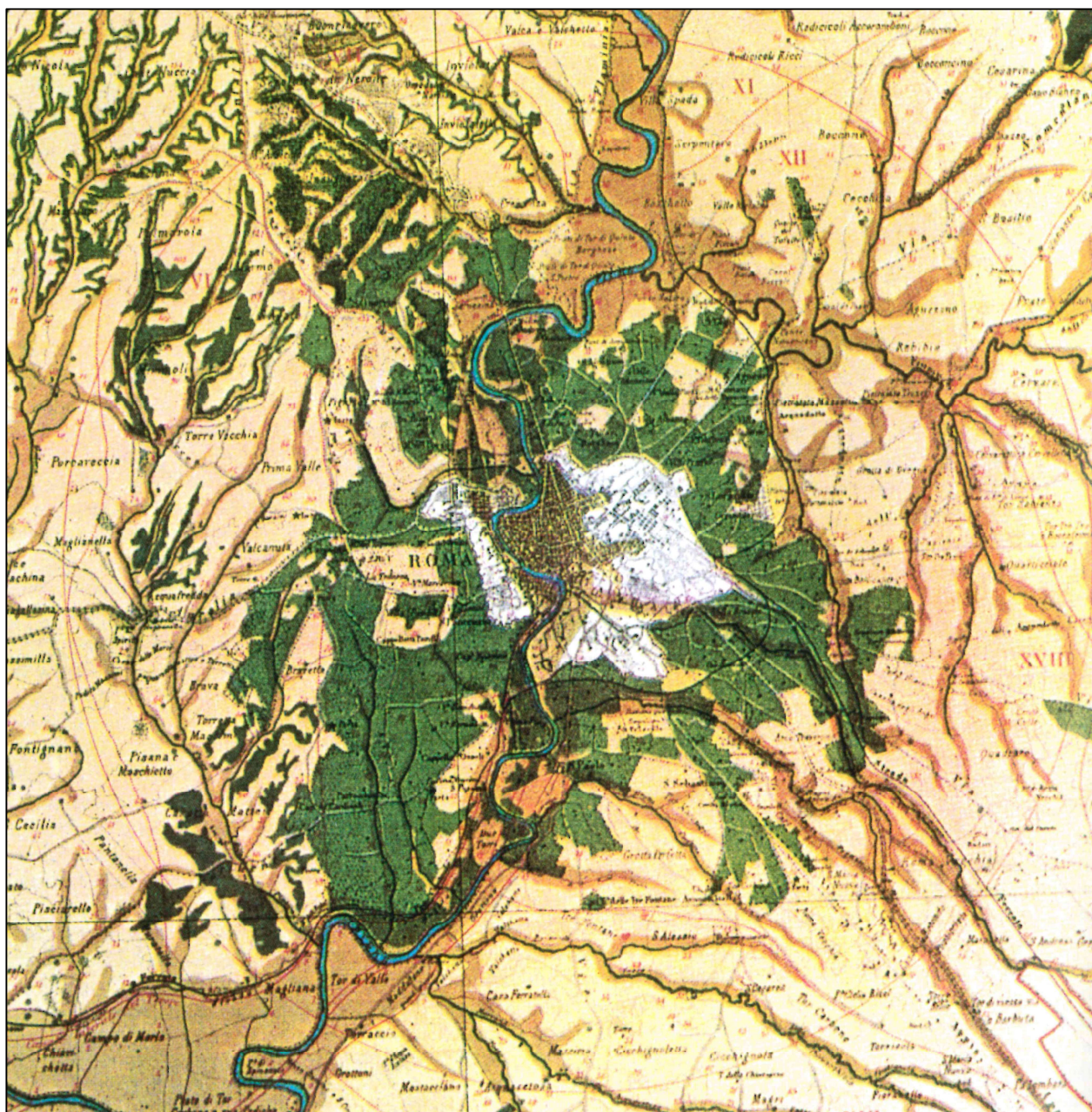
Tra il 1871 ed il 1890 ebbero luogo nella città i primi episodi di espansione edilizia dopo l'Unità che si svilupparono secondo tre principali direttrici; ad esempio a occidente venne costruita la zona pianeggiante sulla riva destra del Tevere, a monte di Castel S. Angelo, la più facilmente aggredibile da questo punto di vista. Si trattava di un area pianeggiante, i Prati di Castello, caratterizzata da vaste estensioni prative, peculiarità questa che diede poi il nome anche al quartiere “Prati” (Zapparoli, 1997a).

Sempre in questo periodo con l'obiettivo di recuperare terreni agricoli e di combattere la malaria vennero condotte intense attività di disboscamento e bonifico delle aree esterne all'urbe; per quanto riguarda il quadrante occidentale nel 1878 venne intrapresa la bonifica degli stagni di Ostia e Maccarese e il disboscamento delle limitrofe aree forestali, ritenendo anche queste focolai dell'infezione malarica (Celli, 1910).

Superata la crisi edilizia della fine dell'Ottocento, nei primi decenni del Novecento la città fu nuovamente in espansione, questa volta in prevalenza lungo le direttrici delle vie consolari, tra le quali la Via Aurelia in riferimento al settore occidentale di Roma; analogamente alle altre consolari, anche lungo questa direttrice si crearono “appendici” edificate discontinue, denominate quartieri. La configurazione di questi risultava legata alla vie consolari, lungo le

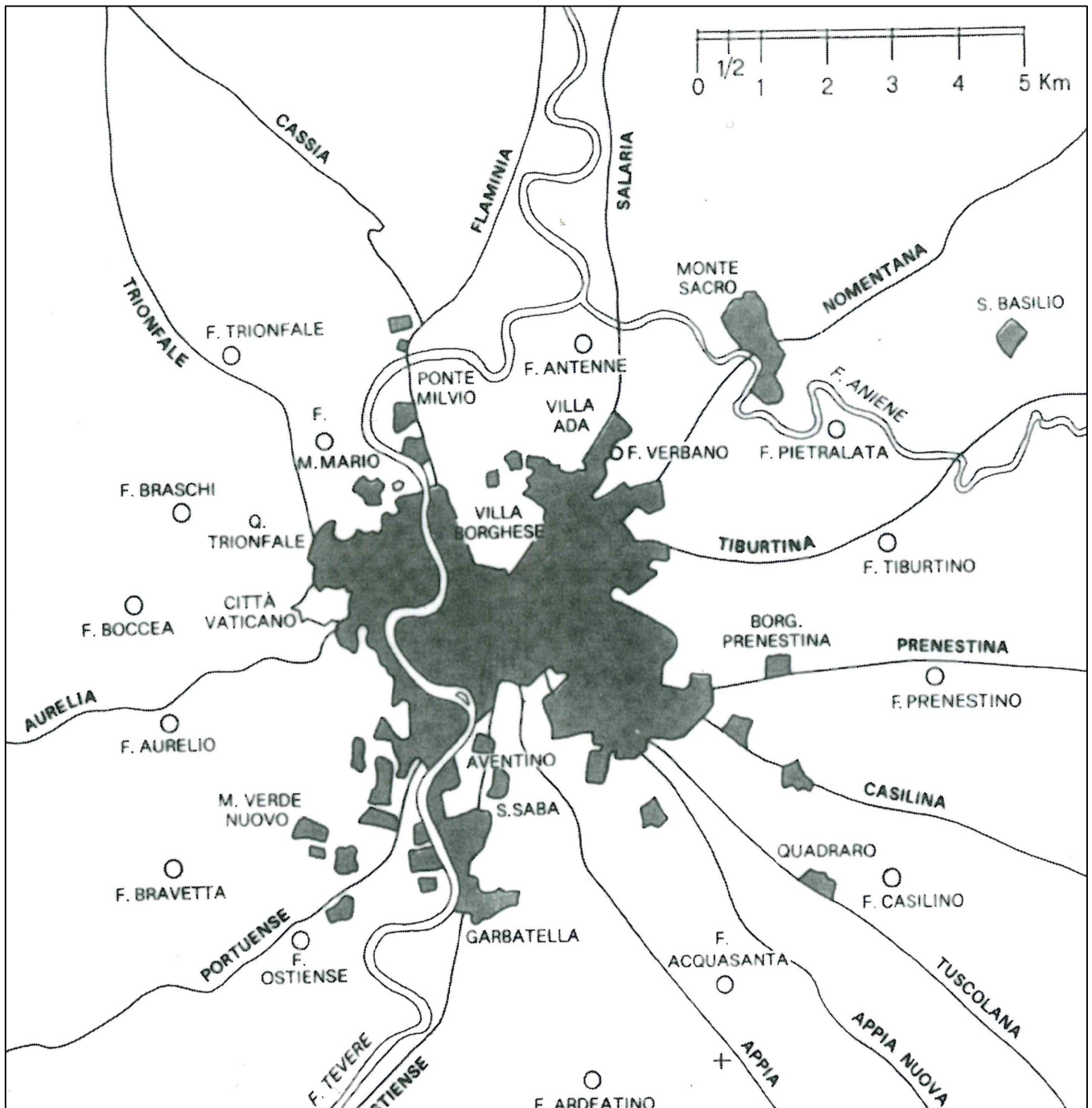
quali si sviluppavano, e tra l'una e l'altra di esse erano presenti ampi spazi verdi (Zapparoli, 1997).

Altre profonde modifiche dell'assetto ambientale nel quadrante occidentale di Roma avvennero durante il Ventennio Fascista. Iniziarono gli sventramenti dei Borghi per la costruzione di Via della Conciliazione in seguito al concordato, riprese la distruzione di ville storiche e la conseguente riduzione del verde urbano, venne costruito il Foro Mussolini alle pendici di Monte Mario e in direzione del mare si avviò una nuova spinta edilizia con la costruzione dell'EUR (Zapparoli, 1997a).



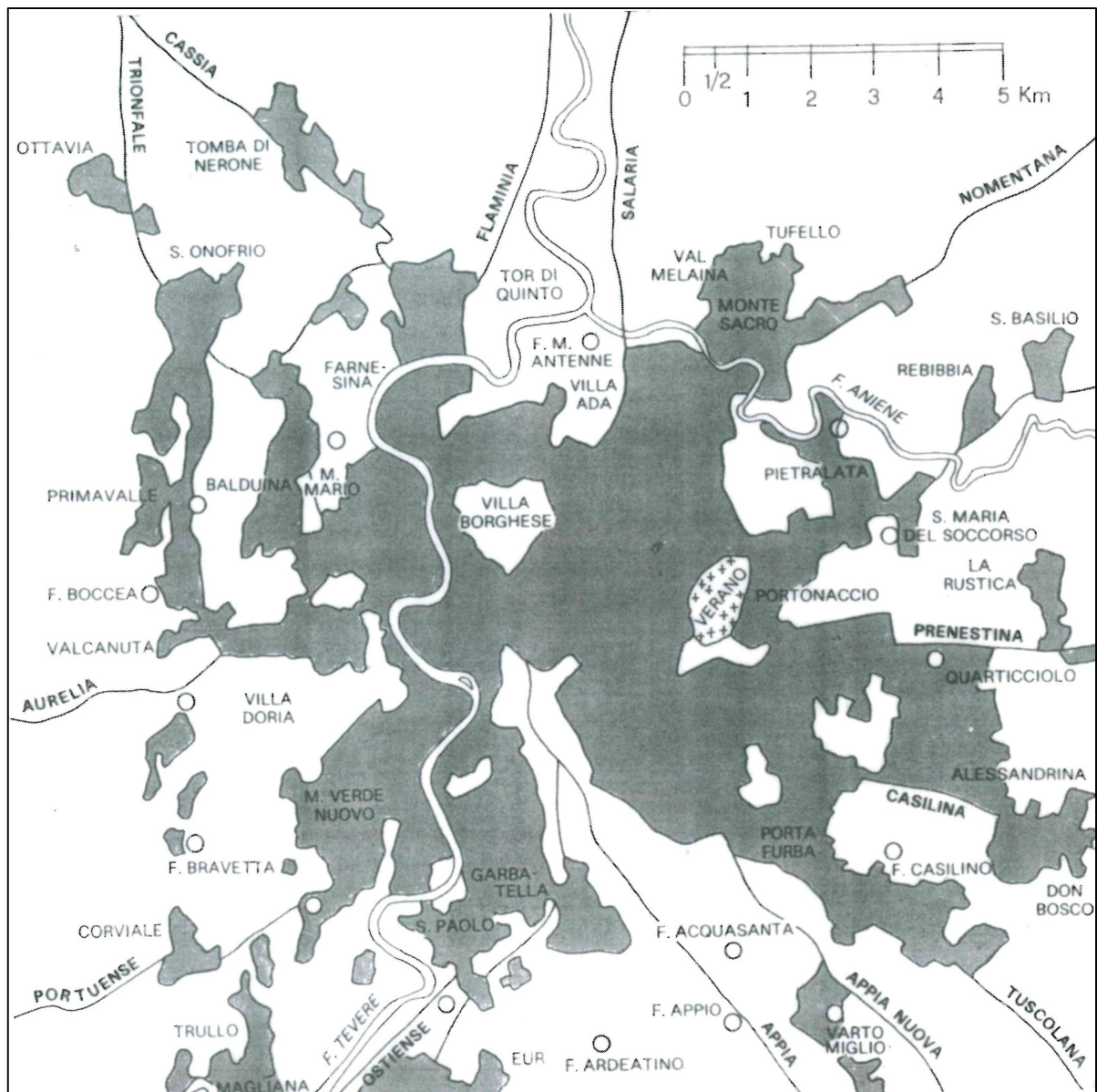
**Fig. 2.1.** Particolare della “Carta Topografica dell’Agro Romano e dei territori limitrofi, foglio Roma”, scala 1:80.000, pubblicata nel 1880 a cura della Direzione Generale di Statistica (Ministero Agricoltura, Industria e Commercio); vedi testo per la spiegazione dei colori (da Zapparoli, 1997a).

In questi anni i confini del suburbio vennero progressivamente ampliati, in seguito allo sviluppo della Città, comprendendo in questo settore parti sempre più ampie, precedentemente appartenenti all'Agro Romano (Fig. 2.2). Sorsero nella Campagna Romano le borgate, tra cui Primavalle nel settore occidentale (Zapparoli, 1997a).



**Fig. 2.2.** Lo sviluppo urbano di Roma negli anni Trenta e le fortificazioni costruite alla fine dell'Ottocento (cerchi vuoti), in grigio vengono rappresentate le aree edificate (da Zapparoli, 1997a).

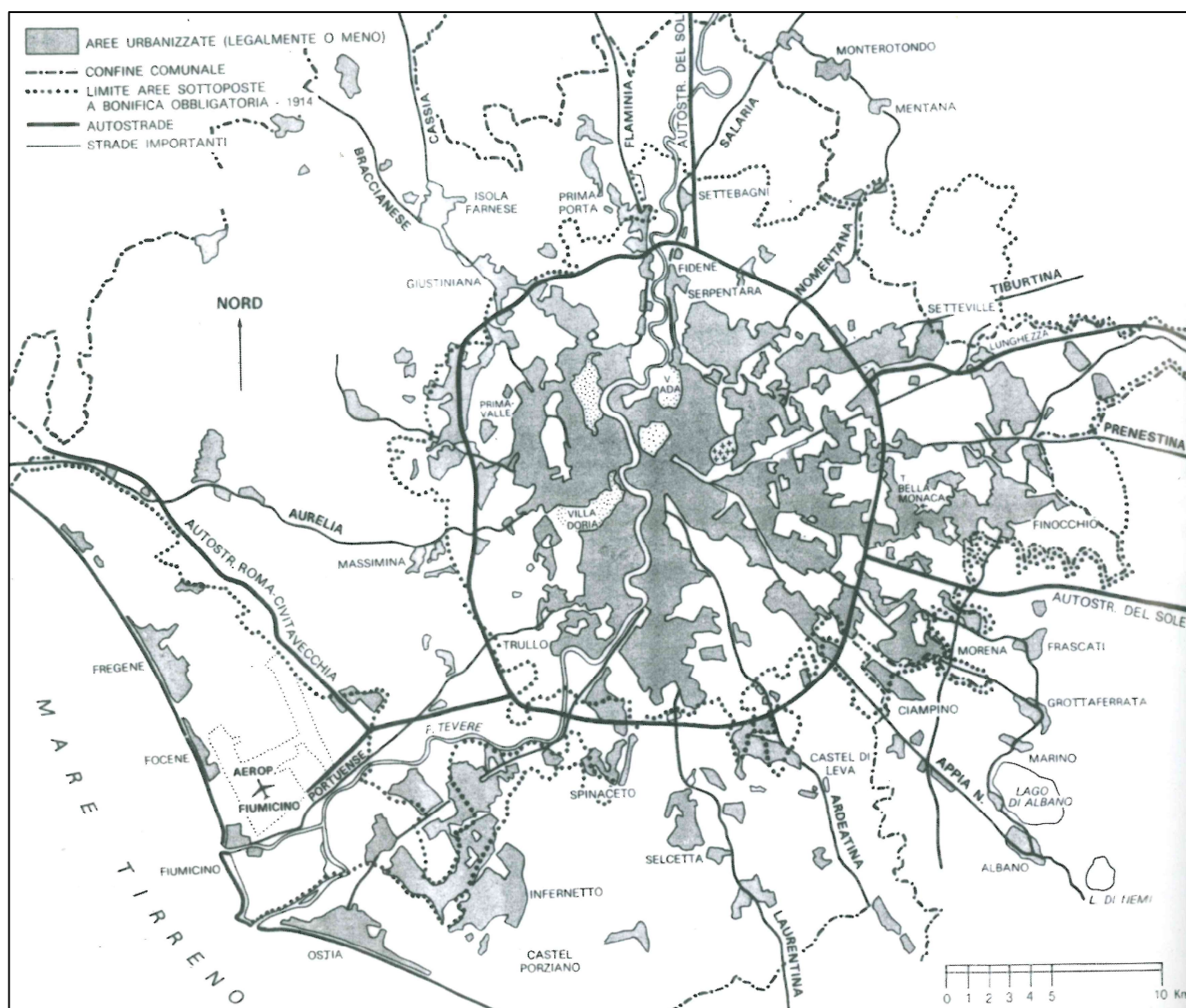
Durante il boom edilizio degli anni Sessanta nel quadrante occidentale e nord occidentale sorgono nuovi quartieri come a Vigna Clara, mentre lungo la Via Cassia e la Via Trionfale l'urbanizzazione si spinge sino a 7-10 km dal Centro. Tra la Via Aurelia e la via Portuense l'espansione è meno recente; essa parte dal Gianicolo, salta le ampie aree verdi di Villa Pamphili e di Villa Medici e si dilata in modo continuo verso i rilievi di Monte Verde, lasciando però ancora isolate le borgate più occidentali (Zapparoli, 1997a).



**Fig. 2.3.** Lo sviluppo urbano di Roma negli anni Sessanta e le fortificazioni costruite alla fine dell'Ottocento (cerchi vuoti), in grigio vengono rappresentate le aree edificate (da Zapparoli, 1997a).

In occasione delle Olimpiadi del 1960 e negli anni immediatamente successivi vengono effettuati ulteriori interventi edilizi che colpiscono pesantemente il territorio urbano; ad esempio, vengono realizzati gli impianti sportivi e il quartiere olimpico tra Monte Mario e Villa Glori (Zapparoli, 1997a). Nel 1963, sulla sommità del settore più meridionale di Monte Mario viene ultimata la costruzione del complesso alberghiero dell'Hotel Hilton, ai margini di un'area in cui gli studi sulla vegetazione spontanea condotti solo dieci anni prima avevano messo in evidenza la presenza di consorzi residui di vegetazione mediterranea sempreverde particolarmente significativi (Anzalone, 1953).

Tra le aree risparmiate dai processi di urbanizzazione si ricordano in particolare il Pineto e Monte Mario, particolarmente significative dal punto di vista ambientale, che tra gli anni Ottanta e gli anni Novanta insieme all'Insugherata vengono istituite a parchi urbani (Cecconi e Cignini, 1995). Queste tre aree costituiscono il più importante corridoio di colonizzazione faunistica e floristica dell'area nord-occidentale della città (Zapparoli, 1997a).



**Fig. 2.4.** Lo sviluppo urbano di Roma (in grigio) negli anni Ottanta (da Zapparoli, 1997a).

## **2.2 Lineamenti ambientali e climatici di Roma e della Riserva Naturale Statale del Litorale Romano**

Per quanto riguarda la città di Roma, dal punto di vista geologico, in quest'area affiorano sia terreni sedimentari, sia prodotti vulcanici. I terreni sedimentari sono costituiti da depositi marini di età plio-pleistocenica, più antichi e da depositi fluviali e lacustri-palustri pleistocenici. I prodotti vulcanici provengono dall'attività dei distretti vulcanici sabatino e albano, rispettivamente a nord e a sud della città. Con la loro fuoriuscita, tali prodotti hanno coperto gran parte dei sedimenti marini e continentali preesistenti, causando lo sbarramento dell'antico corso del Tevere. Tale sbarramento causò la formazione di un'area paludosa ad est dell'attuale città. Successivamente, il rimodellamento e l'erosione dei depositi vulcanici portò all'incisione di alcune valli, tra cui una molto prossima a quella attuale del Tevere. Un fase di accumulo condizionata dall'innalzarsi del livello marino portò nell'Olocene ad un parziale colmamento di tali valli ad opera di depositi ghiaioso-sabbiosi alluvionali. La presenza dell'uomo negli ultimi 2.500 anni ha ulteriormente variato la morfologia dell'area con il ricoprimento di ampie zone con coltri di riporti che raggiungono anche i 20 m di spessore. La geomorfologia dell'area urbana è condizionata dalla litologia del substrato. I plateau costituiti dai prodotti vulcanici sono stati rimodellati in una serie di colli dall'azione erosiva del reticolo idrografico ed incisi dal Tevere, il cui corso ha dato luogo ad un'ampia piana alluvionale, in corrispondenza della quale sorge oggi il Centro Storico. Per maggiori approfondimenti sulla geologia e geomorfologia di Roma si veda ad esempio Ventriglia (1971), Feroci et al. (1990) e Funicello et al. (1995).

Per quanto riguarda la vegetazione seminaturale questa è costituita principalmente da residui di cenosi forestali, soprattutto nel settore occidentale, e da formazioni erbacee, pascoli e incolti in quello orientale (Celesti Grapow, 1995). La presenza di questi due tipi di paesaggio vegetale, grossolanamente separati dal Tevere, è dovuta sia a fattori microclimatici, morfologici ed edafici, sia a fattori storici ed urbanistici (De Lillis et al., 1986; Celesti Grapow & Fanelli, 1993). Nel settore ovest in particolare i lembi residui di boschi e macchie si trovano quasi esclusivamente in località quali l'Insugherata, l'Acquatraversa, Monte Mario, i Monti della Farnesina, il Pineto e l'Infernaccio. Qui la formazione dominante è il bosco misto di caducifoglie a cerro (*Quercus cerris* L.) e farnetto (*Q. frainetto* Ten.), che costituisce il principale aspetto della vegetazione potenziale dell'area romana (Blasi, 1984; Pignatti e Pignatti Wikus, 1987).

Nel settore orientale della città i boschi sono quasi del tutto assenti e le aree periferiche sono in genere coperte da prati, spesso derivati da coltivi abbandonati e tenuti a pascolo. La flora è qui dominata da asteracee, graminacee e leguminose (Celesti Grapow e Nazzaro, 1993).

La vegetazione igrofila, riparia e palustre, è molto ridotta e limitata. Le rive del Tevere ospitano ancora residui di boscaglia a pioppi e salici (Anzalone, 1986).

Dal punto di fitoclimatico, secondo Blasi (1994) la città di Roma e la circostante Campagna Romana ricadono nella Regione mediterranea di transizione il cui termotipo è mesomediterraneo medio o collinare inferiore, ombrotipo subumido, regione xeroterica/mesaxerica (sottoregione mesomediterranea/ipomesaxerica).

Le precipitazioni annuali sono comprese tra 810 e 940 mm, con piogge estive comprese tra 75 e 123 mm; la temperatura media annua varia tra 14,8 e 15,6°C con temperatura media mensile inferiore a 10 °C per tre mesi e temperatura media delle minime del mese più freddo tra 2,3 e 4,0 °C. L'aridità estiva si manifesta a giugno, luglio e agosto, sporadicamente anche a maggio; freddo prolungato ma non intenso da novembre ad aprile.

Tuttavia, per la notevole estensione, per le caratteristiche architettoniche e per l'attività antropica svolta, i grandi centri urbani esercitano una significativa influenza sul clima locale, al punto che è possibile parlare anche nel caso di Roma di un mesoclima urbano.

Ad esempio i valori di temperatura e piovosità media annua registrati nella città oscillano rispettivamente tra 15,4-16,0 °C e tra 760-831,5 mm (Anzalone, 1951; Almagià, 1976; Mangianti e Beltrano, 1990).

Riguardo alla distribuzione mensile e stagionale della piovosità, Almagià (1976) riferisce che a Roma si avrebbe un massimo nei mesi di ottobre, novembre e dicembre (42% della piovosità annua), mentre il minimo cadrebbe nei mesi di giugno, luglio e agosto (8%). Per quanto riguarda l'umidità relativa annua, secondo Montelucci (1954) si rivelerebbe il valore del 66,6%, mentre Mennella (1973) riporta i valori compresi tra il 63% e il 70% a Ciampino.

Riguardo alle temperature, studi sul clima della bassa valle del Tevere (Colacino e Lavagnini, 1980), hanno messo in evidenza in quest'area una diminuzione dei valori medi annui delle minime procedendo dalla costa tirrenica verso l'interno. Farebbe eccezione a questa tendenza l'area di Roma, in cui si registrerebbero valori più alti rispetto a quelli di altre località rurali e periferiche dello stesso comprensorio, poste alla stessa distanza dal mare. Questo comportamento sarebbe in relazione all'effetto "isola di calore" in corrispondenza della città causato dalla produzione di calore da parte delle attività antropiche che in questa si svolgono e dal rilascio di calore durante la notte dovuto al maggior assorbimento di radiazione solare nelle ore diurne (vedi Sukopp e Werner, 1982).

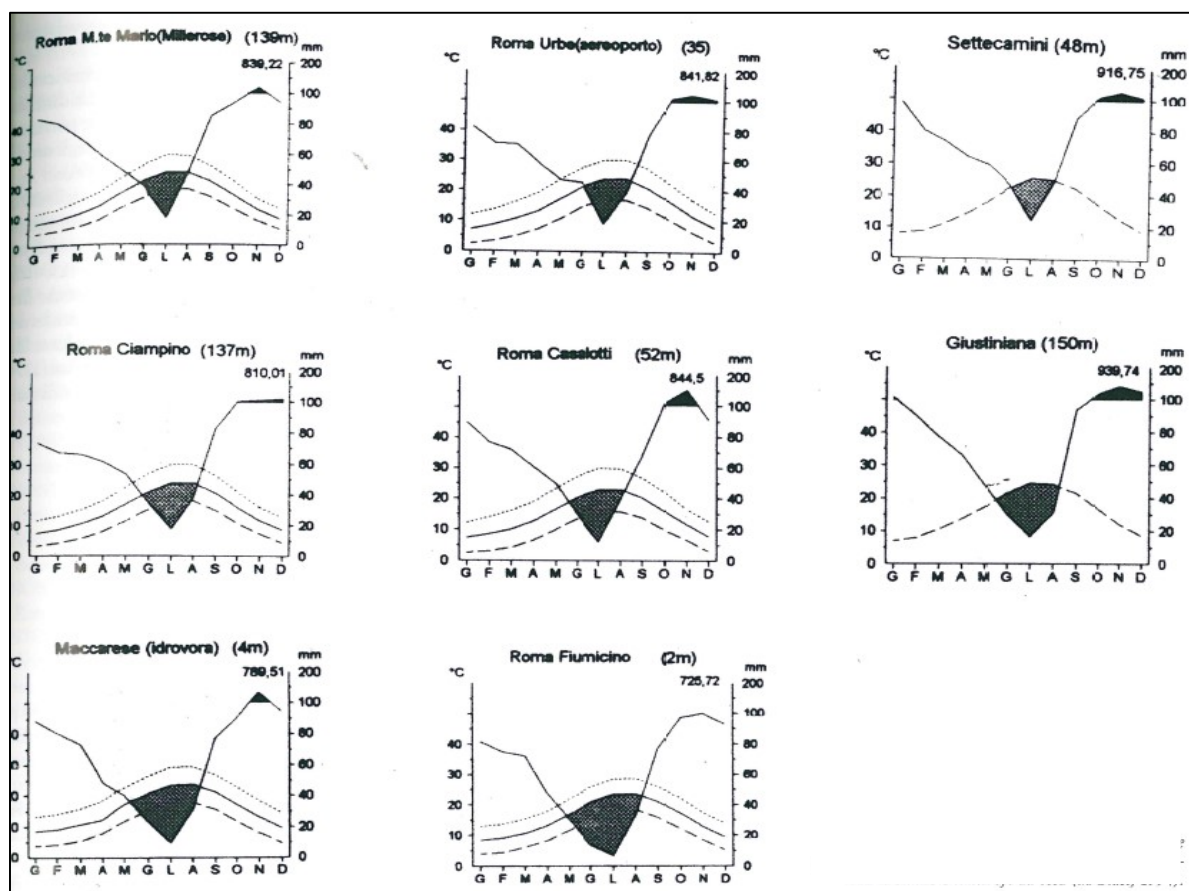
L'effetto isola di calore e la sua relazione con l'urbanizzazione risulterebbe evidente anche dal confronto con l'andamento delle medie annue della temperatura minima, media e massima osservate dal 1831 al 1975; in questo periodo il valore della prima è aumentato di un

grado centigrado, mentre gli altri due valori hanno invece mostrato un decremento (Colacino e Lavagnini, 1982).

Secondo Celesti Grapow e Fanelli (1991), nella capitale sembrerebbero identificabili due gradienti climatici: nel settore occidentale, quello di interesse della presente ricerca, esposto alle correnti di aria umida provenienti dal Mar Tirreno, si manifestano alte precipitazioni (819 mm all'anno a Monte Mario), maggiore ventilazione e più bassi livelli di inquinamento atmosferico; condizioni opposte si verificano invece nella parte orientale della città, più densamente edificata, con mesoclima relativamente più caldo e secco, precipitazioni relativamente più scarse (705 mm all'anno al Collegio Romano) e maggiori livelli di inquinamento dell'aria (Zapparoli, 1997).

Il modello dei due gradienti climatici si riflette in maniera evidente anche nella distribuzione dei licheni (Nimis, 1989), delle piante superiori (Celesti Grapow, 1995) e degli uccelli nidificanti (Cignini e Zapparoli, 1996).

In figura 2.5 vengono riportati i diagrammi di Bagnouls-Gaussen di alcune stazioni termopluviometriche poste all'interno della zona di territorio di interesse della presente ricerca tratti da Blasi (1994).



**Fig. 2.5.** Diagrammi di Bagnouls-Gaussen di alcune stazioni termopluviometriche poste all'interno dell'area di studio e limitrofe ad essa (da Balsi, 1994):

La Riserva Statale del Litorale Romano (Fig. 2.6) si estende nei Comuni di Roma e Fiumicino, ai quali è affidata la gestione: la superficie complessiva è pari a 16.214 ha, ripartita in maniera pressoché identica tra i due Comuni. Gli 8.000 ha di superficie della Riserva, ubicati nel settore sud occidentale del territorio comunale, sono compresi tra il confine con il Comune di Torvaianica, a sud, ed il confine con il Comune di Fiumicino, a nord, con diverse soluzioni di continuità (Cignini e Ielardi, 2009).

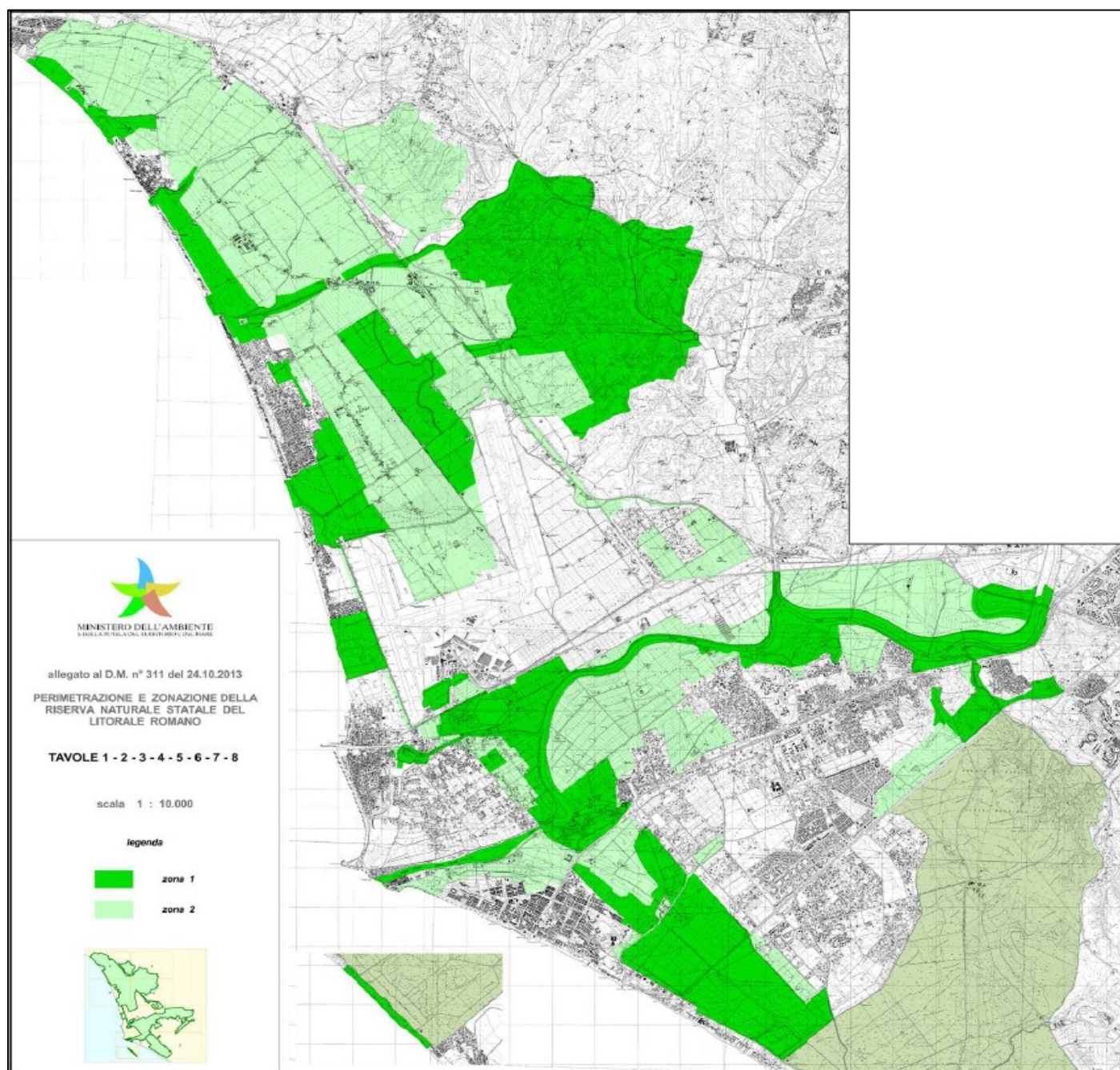


Fig 2.6. Perimetrazione e zonazione della Riserva Naturale Statale del Litorale Romano (da [http://www.minambiente.it/studi/cartografie/pianificazione/07\\_RiservaNaturaleStataleLitoraleRomano/litorale.html](http://www.minambiente.it/studi/cartografie/pianificazione/07_RiservaNaturaleStataleLitoraleRomano/litorale.html))

La Riserva comprende gran parte del delta del Tevere, la cui storia geologica inizia circa un milione di anni fa durante il Quaternario. I depositi più antichi si trovano a qualche chilometro dalla costa, nelle aree di Macchiagrande di Ponte Galeria; si tratta di argille, sabbie e ghiaie sollevate dalle forze tettoniche a circa 50 m di altezza e che costituiscono un cosiddetto “terrazzo”. Depositi più recenti, risalenti a circa 100.000 anni fa, sono quelli della cosiddetta “Duna Antica”, costituite da sabbie gialle fini che si sono depositate in mare nell’immediata prossimità della costa. I depositi più recenti, più giovani di 10.000 anni, sono rappresentati dalle argille della piana alluvionale, oggi bonificata, che costeggiano il Tevere, e da un cordone di dune, posto presso la foce e che si estende all’interno per circa un chilometro seguendo la linea di costa. Quest ultimo deposito è in parte recente, infatti fino al XVI secolo la linea di costa era arretrata rispetto a dove si trova oggi. Essa era situata all’altezza di Ostia Antica, lungo l’odierna Via della Scafa, e la Via Severiana era quindi una litoranea. Nel XVI secolo la linea di costa iniziò ad avanzare, con la formazione di nuovi cordoni di dune. La causa non è certa, ma probabilmente è dovuta al fatto che una grande piena raddrizzò il corso del Tevere, che precedentemente seguiva un’ampia ansa presso il Castello di Giulio II a Ostia Antica, e aumentò così l’apporto di sedimenti al mare. La piana alluvionale, costituita da argille, comprendeva anche due vasti laghi costieri, uno nell’attuale territorio del Comune di Roma, detto “Stagno di Ostia” e uno nel territorio del Comune di Fiumicino detto “Stagno di Maccarese”. Oggi gli stagni sono stati prosciugati e la pianura alluvionale è stata in gran parte edificata dopo la bonifica (Arnoldus-Huyzendveld et al., 1997).

La morfologia di quest'area compresa tra la linea di costa, il fiume Tevere e le prime alture verso il centro abitato di Roma è in gran parte pianeggiante, solcata dai numerosi canali della bonifica degli inizi del secolo e dai tratti terminali dei fossi di Malafede, Mezzo Cammino, Magliana e Rio Galeria. Dal punto di vista ambientale l'area della Riserva rappresenta la parte terminale di un sistema morfologico-ambientale costituito dalle colline che circondano l’abitato di Roma, caratterizzato dalle Riserve Naturali di recente istituzione da parte della Regione Lazio, e delimitato da una corona naturale di aree verdi costituita dalle aree golenali del Tevere, e dalla Tenuta Presidenziale di Castel Porziano (Arnoldus-Huyzendveld et al., 1997).

Dal punto di vista vegetazionale l’area della Riserva risulta coperta per il 23% da macchia, pineta e bosco misto, pari a 1.860 ha, da vegetazione igrofila (17 ha), da vegetazione dunale (48 ha) e da circa 220 ha di prato e pascolo. La gran parte dell’area della Riserva è costituita da terreni coltivati (circa 4.000 ha). Infine da sottolineare che nel territorio del Comune di Roma la Riserva si affaccia sul mare per soli 3.500 metri, costituiti dalla spiaggia di Capocotta (m 2.500) e dalla costa nei pressi dell’Idroscalo (m 1.000) (Cignini e Ielardi, 2009).

Fitoclimaticamente (Blasi et al., 1994) l'area protetta si colloca tra la Regione Mediterranea, nella sua fascia costiera, e la Regione Mediterranea di Transizione che caratterizza un po' tutta la Campagna Romana, pertanto per tali aspetti si rimanda a quanto trattato precedentemente per Roma.

## 2.3 Aree di studio

### 2.3.1 Villa Doria Pamphili

Villa Doria Pamphili è il più grande parco pubblico urbano di Roma (184 ha), appena fuori dalle mura nel quartiere Gianicolense, sulle propaggini occidentali del Gianicolo, compresa tra via Aurelia Antica e via Vitellia (Fig. 2.7).

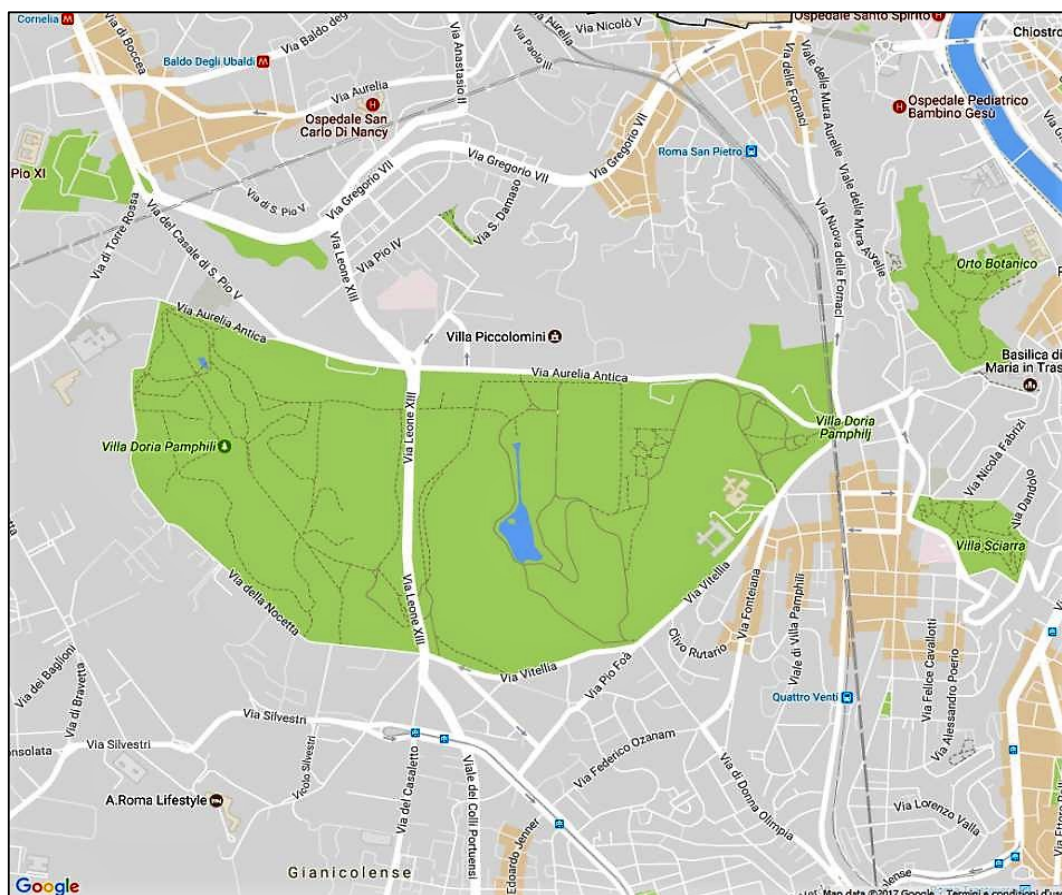


Fig. 2.7. Lazio, Roma: Villa Pamphili, area di studio (in verde) e confini delimitati da Via Aurelia Antica a Nord e Via Vitellia a Sud (immagine da <https://maps.google.it>).

Al suo interno sorge il Casino del Bel Respiro o Algardi, che è sede di rappresentanza ufficiale del governo italiano. Trae origine dalla tenuta di campagna dell'omonima famiglia nobile romana, progettata da Alessandro Algardi e Giovanni Francesco Grimaldi nel Seicento,

dalla fusione di diverse vigne preesistenti (Benocci, 2005). Fu espropriata nel corso del Novecento, divisa in due nel 1960 per l'apertura di via Leone XIII (tratto della via Olimpica), e aperta al pubblico nel 1972.

Quello che all'epoca era solo un modesto appezzamento agricolo fuori dalle mura gianicolensi, la cosiddetta Villa vecchia, venne acquistata dal nobile Panfilo Pamphili il 23 ottobre 1630. Tra il 1644 e il 1652, mentre la famiglia Pamphili otteneva prestigio grazie al pontificato di Innocenzo X, fu affidata la progettazione della Villa nuova allo scultore Alessandro Algardi e al pittore Giovanni Francesco Grimaldi, con la collaborazione del botanico Tobia Aldini per quanto riguardava i giardini (Benocci, 1990).

Nel 1849 la villa fu teatro di una delle più cruente battaglie per la difesa della Repubblica Romana: le truppe francesi il 2 giugno occuparono villa Corsini, e il giorno successivo le truppe garibaldine tentarono invano di riconquistarla. Durante uno degli assalti morì il colonnello Angelo Masina e fu ferito a morte Goffredo Mameli, autore dei versi dell'inno nazionale italiano (Benocci, 2005).

Nel 1856 la villa fu unita alla confinante villa Corsini e tutto il complesso venne trasformato in una grande azienda agricola. Iniziati i primi espropri da parte del Comune di Roma nel 1939, il nucleo originario della villa fu acquistato dallo Stato Italiano nel 1957. Oltre 168 ha furono acquisiti dalla municipalità romana; la parte occidentale nel 1965 e la restante nel 1971, con apertura al pubblico nel 1972 (Benocci, 1990).

Rimane proprietà della famiglia Doria-Pamphilj la cappella funeraria opera di Edoardo Collamarini.

Dal punto di vista geologico e geomorfologico si rimanda a quanto precedentemente descritto per l'area urbana di Roma.

Dal punto di vista vegetazionale la tenuta di Villa Pamphili è caratterizzata dalla presenza di giardini ornamentali, incolti e frammenti boschivi artificiali e semi-naturali. Elevato il numero delle specie arboree presenti, molte delle quali alloctone ed introdotte dall'uomo a scopo ornamentale. Tra le specie più diffuse da menzionare ci sono il cipresso (*Cupressus sempervirens* L.), la farnia (*Quercus robur* L.), la roverella (*Quercus pubescens* Willd.), il cerro (*Quercus cerris* L.), il farnetto (*Quercus frainetto* Ten.), il leccio (*Quercus ilex* L.), il pino domestico (*Pinus pinea* L.) e l'alloro (*Laurus nobilis* L.). In riferimento al leccio, va sottolineato che la villa ospita alcuni interessanti leccete, in cui alcuni individui hanno un'età superiore al secolo. Da segnalare anche la presenza di elementi rari nei due principali giardini botanici della Villa, il Giardino del Teatro e la Collezione Botanica "Area Valle". Tra queste si ricordano *Araucaria bidwillii* (Molina) K. Koch, *Jubaea chilensis* (Molina) Baill., *Washingtonia robusta*

(Lindl.) H.Wendl., *Brugmansia (Datura) arborea* (L.) Steud. e *Taxodium distichum* (L.) Rich. (Rullo e Lipoli, 2012).

Numerose le ricerche faunistiche svolte a Villa Pamphili. Ad esempio la comunità ornitica di questo parco è stata oggetto di osservazioni sia di carattere qualitativo, sia quantitativo. Villa Pamphili è stata scelta come area di studio per numerose indagini sulla biologia di alcune specie, in particolare il merlo (*Turdus merula* L.), l'allocco (*Strix aluco* L.) (Sorace, 1990; Manganaro et al., 1990) e gli uccelli rapaci in generale (Fattorini et al., 1999). Tra le ricerche condotte sugli Artropodi vanno menzionate quelle su *Osmoderma Eremita* (Scop.) (vedi ad es. Carpaneto et al., 2010). Villa Pamphili è inclusa insieme a Villa Borghese nella lista dei Siti d'Importanza Comunitaria proposti (pSCIs) della Comunità Europea proprio per la presenza di *O. eremita* (Ranius et al. 2005).

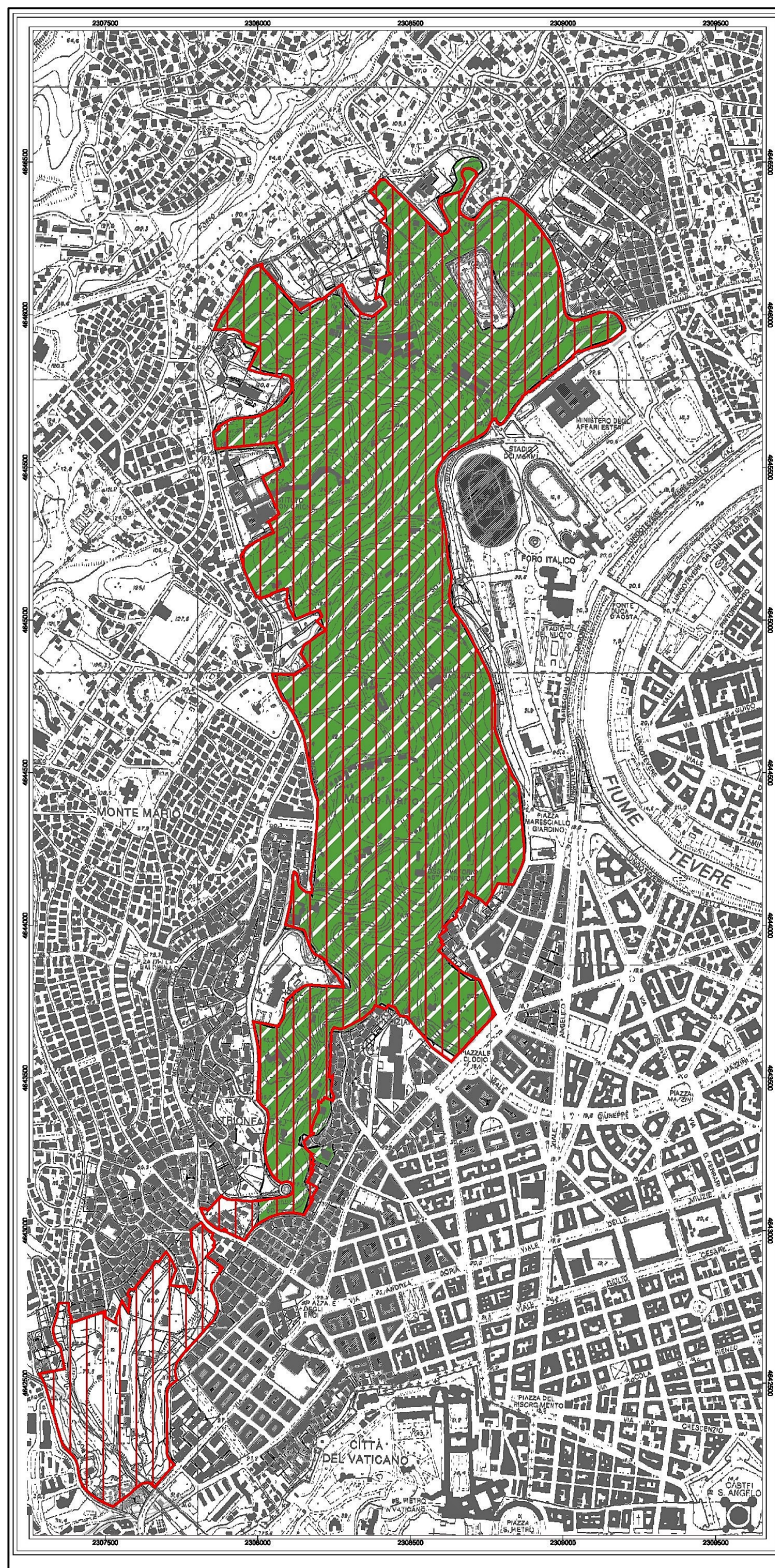
### 2.3.2 Monte Mario

La Riserva Naturale di Monte Mario ospita dal 1998 la sede dell'ente Regionale Roma Natura presso l'ottocentesca Villa Mazzanti (Fig. 2.8).

Monte Mario con i suoi 139 metri di altezza s.l.m. è il rilievo più imponente del sistema dei colli denominati Monti della Farnesina e rappresenta per le sue caratteristiche ambientali un vero mosaico di diversità biologica ormai raro a Roma. I 238 ha su cui si estende sono costituiti da un sistema collinare caratterizzato da sedimenti marini di età pliocenica, che rappresentano i più antichi terreni affioranti nel comune di Roma, e dalla coltre alluvionale del Tevere nelle poche aree pianeggianti (Cignini et al., 2009).

La collina di Monte Mario è un rialzo strutturale che si è originato da sollevamento per faglia avvenuti tra i 600 e 700 mila anni fa. Il rilievo collinare è caratterizzato da sedimenti marini che rappresentano i terreni più antichi e sono testimonianza dell'antico mare che sommergeva tutta la pianura del Tevere (Ardito e Moraschini, 2001).

Alla base del rilievo sono le argille più antiche, ascrivibili alla unità delle marne vaticane ("Monte Vaticano" Auct.). Gli strati argillosi sono di colore grigio. L'età di questi sedimenti è compresa tra il Pliocene e la base del Pleistocene. Durante lo scavo del Passante a Nord-Ovest, questo litotipo ha mostrato di aver subito movimenti tettonici precedenti alla deposizione dell'unità di Monte Mario, con rigetti dell'ordine di alcune decine di metri. Le argille delle marne vaticane sono sottostanti alle sabbie ed ai limi riferibili all'unità di Monte Mario, di età presumibile Pleistocene inferiore (Cignini et al., 2009).



**RomaNatura**  
Ente Regionale per la Gestione  
del Sistema delle Aree Naturali  
Protette nel Comune di Roma

**Regione Lazio**  
Assessorato Ambiente  
e Cooperazione tra i Popoli  
Assessorato Urbanistica



## Piano della Riserva Naturale Monte Mario - Roma

L.R. 6 ottobre 1997 n. 29 e s. m.i.

TAV. I  
CARTA DI CONFRONTO TRA PERIMETRO  
ISTITUTIVO E PERIMETRO DEFINITIVO  
Scala 1:10000



**REGIONE LAZIO - DIPARTIMENTO TERRITORIO**  
Direzione Regionale Ambiente e Cooperazione tra i Popoli  
Direzione Regionale Territorio e Urbanistica



LIMITE DELLA RISERVA COME DA L.R. n. 29  
DEL 6.10.1997



PERIMETRO DEFINITIVO

**Fig. 2.8.** Lazio, Roma: Riserva Naturale di Monte Mario (scala 1:10.000). Area di studio, limite della Riserva come da L.R. n. 29 del 6.10.1997 e perimetro definitivo (in rosso). (immagine da <http://romanatura.roma.it>).

Sulle marne vaticane poggiano i limi di Farneto. Nell'area di Monte Mario, gli affioramenti di questi silts hanno uno spessore medio di 15 metri. La formazione dei limi di Farneto consiste di limi argillosi grigi alternati con concrezioni biancastre e livelli sabbiosi marroni a grana fine. Al tetto dei limi di Farneto vi è un livello spesso 2 metri di sabbie grigie con Artica

Islandica, e più su nella serie le sabbie gialle dell'unità di Monte Mario, il cui spessore medio in questa zona supera i 50 metri. Ci sono anche livelli discontinui di arenaria, spessi fino a 50 cm, così come livelli spessi fino a 3.5 metri, composti da roccia molto cementata (panchina a brachiopodi). Questi livelli affiorano all'altezza di 80-115 metri s.l.m. e la loro continuità laterale è di appena 100 metri (Cignini et al., 2009).

Verso l'alto, l'unità di Monte Mario termina in sabbie giallastre intercalate con depositi argillosi di laguna grigio-verdastri con resti conchigliari molto decalcificati: le argille verdi a cerastoderma lamarekii che hanno uno spessore massimo di 2-3 metri (Cresta et al., 2005).

A nord della collina di Monte Mario (Cimitero Militare Francese), al di sopra dell'unità di Monte Mario sono riconoscibili sabbie bruno-rossastre a grana media e limi, con frequenti inclusioni ferrose a scala centimetrica (sabbie eoliche rubefatte e formazioni di Ponte Galeria). I depositi ascrivibili all'unità di Monte Ciocchi affiorano nella porzione più meridionale di Monte Mario (Cresta et al., 2005).

Questi depositi sono costituiti da sabbie gialle sciolte di grana media, con livelli a scala centimetrica, e lenti di ghiaia calcareo-silicea i cui clasti hanno un diametro massimo di 1 cm. Il loro spessore non supera i 5 metri. Nel versante meridionale della collina di Monte Mario, tagli artificiali nella rocca fanno affiorare il contatto trasgressivo dell'unità di Monte Ciocchi sulle marne vaticane (Cresta et al., 2005).

I depositi vulcanici del distretto sabatino sono esposti nel settore nord ovest della sommità della collina di Monte Mario. Questi depositi sono parte dell'unità dei tufi stratificati varicolori di Sacrofano (Cignini et al., 2009).

Dal punto di vista vegetazionale si distingue per la trascurabile presenza di aree agricole contrapposta alla notevole estensione di vegetazione arborea e arbustiva. Il bosco, che copre gran parte del territorio, cambia aspetto e struttura sia con il mutare dell'esposizione che a causa della presenza di zone con diverse essenze favorite o piantate dall'uomo (Cignini et al., 2009).

Il settore settentrionale è caratterizzato prevalentemente da leccete in cui, accanto al leccio (*Q. ilex*), trova ospitalità la quercia da sughero (*Quercus suber* L.); mentre nello strato arbustivo sono frequenti elementi della macchia mediterranea come l'erica (*Erica arborea* L.) e il pungitopo (*Ruscus aculeatus* L.).

Un tipo di bosco più fresco si rinviene negli avvallamenti in cui dominano querce caducifoglie come farnetti (*Q. frainetto*) e roverelle (*Q. pubescens*) accanto a carpini neri (*Ostrya carpinifolia* Scop.), orniello (*Fraxinus ornus* L.) e all'albero di Giuda (*Cercis siliquastrum* L.); laddove si originano piccoli corsi d'acqua, trova invece un ambiente ideale per vivere il pioppo (*Populus alba* L.). Lungo i versanti della porzione meridionale le formazioni a leccio e sughera

sono sostituite da boscaglie e di robinie (*Robinia pseudoacacia* L.) e olmo (*Ulmus minor* Mill.), o in prossimità di ville storiche, come nel caso di Villa Mazzanti, da boschi di alloro (*L. nobilis*), elemento dominante dei giardini di un tempo. Caratteristiche della riserva sono anche numerose specie tipiche delle fasce costiere che si inseriscono come arbusteti di sostituzione delle leccete. Tra queste nei versanti maggiormente soleggiati, le più significative sono la fillirea (*Phyllirea latifolia* L.), il lentisco, (*Pistacia lentiscus* L.), il corbezzolo (*Arbutus unedo* L.) e il cisto (*Cistus sp.pl.*) (Ardito e Moraschini, 2001).

Negli ambienti della riserva trovano rifugio circa 345 specie animali, vertebrati ed invertebrati. La componente ornitica forestale è ben strutturata, tra gli altri emergono il picchio verde e il picchio rosso maggiore (*Picoides major* L.), in genere poco frequenti all'interno del Grande Raccordo Anulare l'assiolo (*Otus scops* L.), l'averla piccola (*Lanius collurio* L.) e il gruccione (*Merops apiaster* L.) (Cignini e Zapparoli, 1996).

Tra i mammiferi è possibile segnalare oltre ai meno esigenti e più conosciuti istrice (*Hystrix cristata* L.) e volpe (*Vulpes vulpes* L.), il moscardino (*Moscardinus avellanarius* L.) e la donnola (*Mustela nivalis* L.) (Amori et al., 2009).

Vale comunque la pena ricordare il rospo comune (*Bufo bufo* L.) e tra i rettili il biacco (*Hierophis viridiflavus* Lacépède) (Bologna et al., 2003).

### 2.3.3 Oasi di Macchiagrande

L'oasi di Macchiagrande di Fregene (Fig. 2.9), inserita all'interno della Riserva Statale del Litorale Romano, è situata immediatamente a sud del centro balneare di Fregene ed è un vero e proprio polmone verde nell'affollato panorama urbanizzato del litorale. Si tratta della più grande estensione boschiva della riserva, dopo quella di Castel Fusano, e dal 1986 fa parte della rete di oasi del WWF Italia. L'area è interessata da un S.I.C. (Sito di Importanza Comunitaria) della Rete "Natura 2000" denominata Macchia Grande di Fregene e Macchia dello Stagneto" (ca 317 ha). Estesa su 280 ha, Macchiagrande di Fregene è una testimonianza di quale aspetto poteva avere questo tratto del litorale tirrenico prima delle trasformazioni operate dall'uomo. Infatti, la successione di ambienti, dalla battigia al bosco, è ancora quella originaria (Cignini e Ielardi, 2009).

Dal punto di vista geologico e geomorfologico si rimanda a quanto precedentemente descritto per la Riserva Statale del Litorale Romano.

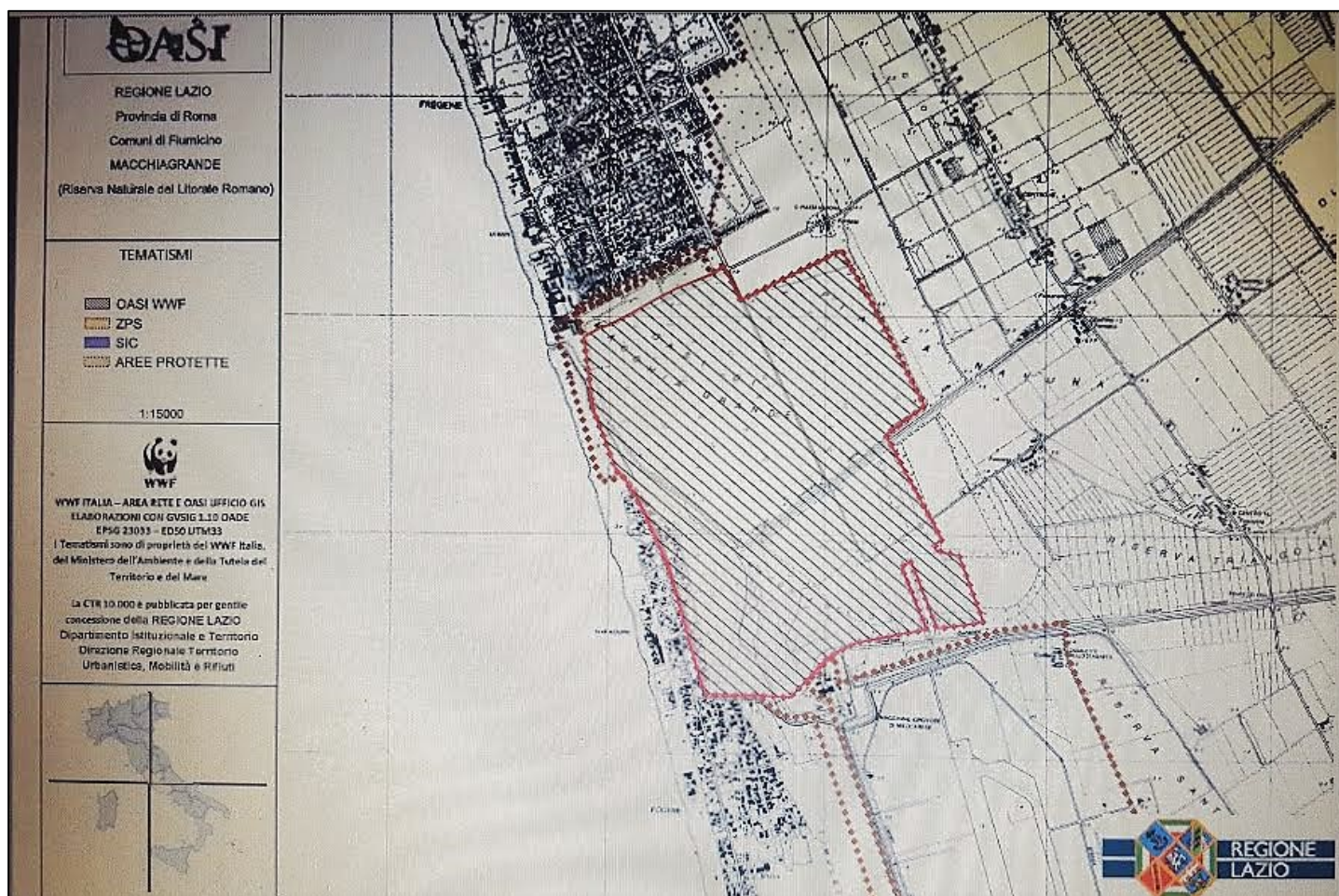


Fig. 2.9. Lazio, Fregene, Roma: Oasi di Macchiagrande (scala 1:15.000). Area di studio e perimetro definitivo (in rosso). (immagine da <http://www.wwf.it/oasi/lazio/macchiagrande/>).

L'area di Macchiagrande di Fregene è solcata da due canali di bonifica: uno di questi, il Collettore delle Acque Basse, ha creato alla sua foce uno stagno di particolare richiamo per l'avifauna selvatica. Cannucce palustri (*Phragmites australis* Cav.), tife (*Typha latifolia* L.), giunchi (*Juncus* spp.) e salicornie (*Salicornia patula* Duval Juval) ne circondano le sponde, mentre in acqua è possibile osservare anatre quali germani reali (*Anas platyrhynchos* L.), canapiglie (*Anas strepera* L.) fischioni (*Anas penelope* L.), alzavole (*Anas crecca* L.), folaghe (*Fulica atra* L.), tuffetti (*Tachybaptus ruficollis* Pallas) e martin pescatori (*Alcedo atthis* L.) (Cignini e Ielardi, 2009).

Nel canneto sono presenti altri uccelli legati agli ambienti umidi, quali la cannaiola (*Acrocephalus scirpaceus* Hermann) e il beccamoschino (*Cisticola juncidis* Rafinesque), l'usignolo di fiume (*Cettia cetti* Temminck), il cannareccione (*Acrocephalus arundinaceus* L.) e il tarabusino (*Ixobrychus minutus* L.) (Converio et al., 2007).

Oltre alla testuggine comune (*Testudo hermanni* Gmelin) è segnalata anche la testuggine palustre (*Emys orbicularis* L.) (Bologna et al., 2000).

La duna costiera, seppure di estensione limitata a causa dell'espansione edilizia di Fregene, ancora mantiene i suoi motivi di interesse. Vi crescono piante pioniere come la soldanella (*Soldanella alpina* L.), la piantaggine (*Plantago lanceolata* L.), lo spinoso eringio (*Eryngium maritimum* L.). Alle sue spalle, cespugli di lentisco (*P. lentiscus*), fillirea (*P. latifolia*) e ginepro coccolone (*Juniperus oxycedrus* L.) fanno da scudo dai venti marini alla macchia alta che si sviluppa più all'interno e dove crescono magnifici esemplari di leccio (*Q. ilex*) e di farnia (*Q. robur*), con un fitto sottobosco formato da corbezzoli (*A. unedo*) ed eriche (*E. arborea*), nonché cisti (*Cistus* sp.pl.), mirti (*Myrtus communis* L.) e rosmarini (*Rosmarinus officinalis* L.) (Cignini e Ielardi, 2009).

Qui sono presenti 17 specie tra rettili e anfibi, dal cervone (*Elaphe quatuorlineata* Bonnaterre) alla biscia dal collare (*Natrix natrix* L.), dal tritone punteggiato (*Triturus vulgaris* L.) alla rana verde (*Rana esculenta* L. complex) (Converio et al., 2007).

Tra i mammiferi da menzionare il coniglio selvatico (*Oryctolagus cuniculus* L.) e l'istrice (*Hystrix cristata* L.) (Amori et al., 2009).

Infine la parte più interna dell'Oasi è occupata da una fitta pineta d'impianto artificiale a pino domestico (*Pinus pinea* L.) (Cignini e Ielardi, 2009).

### 3. MATERIALI E METODI

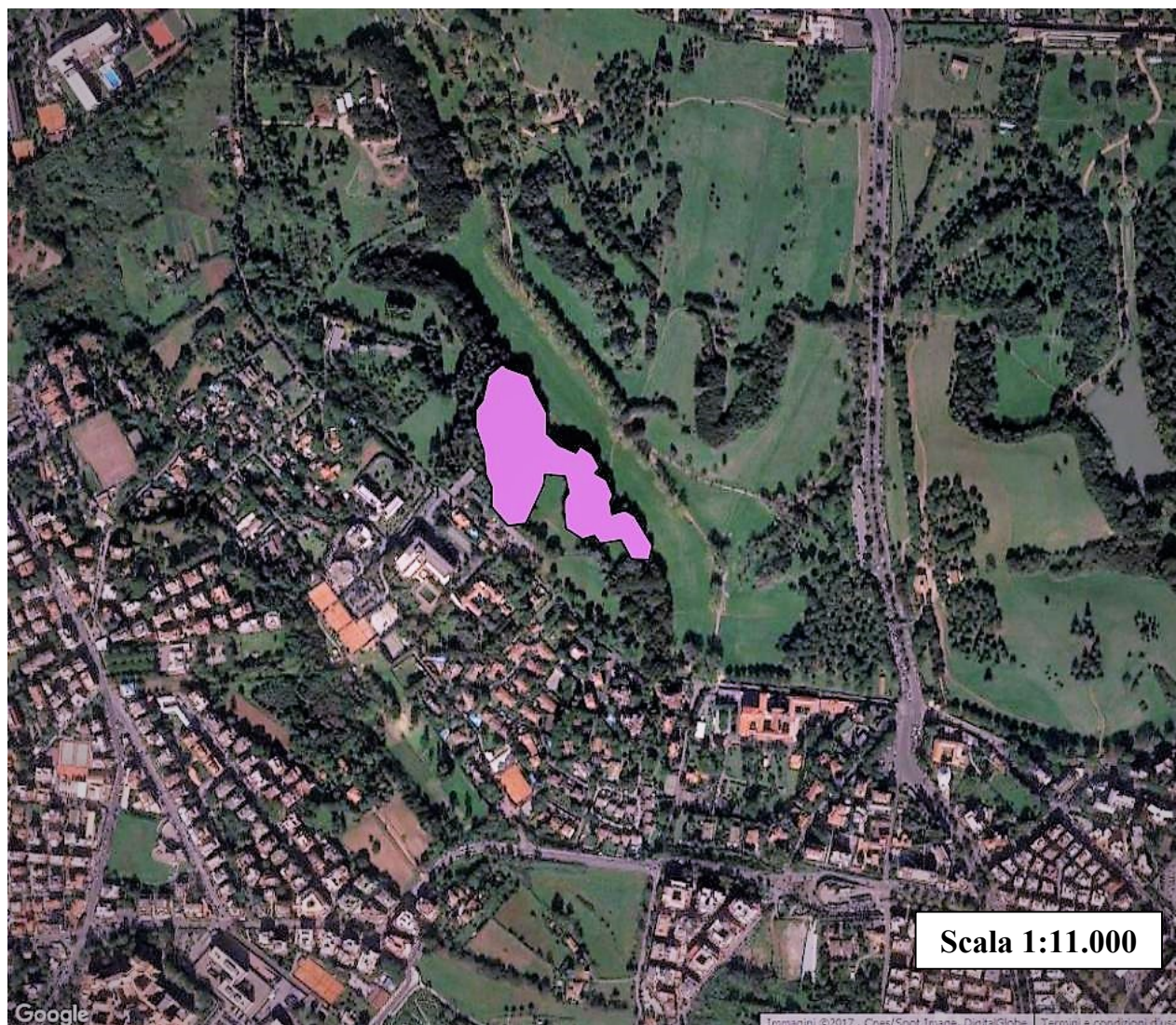
#### 3.1 Stazioni di campionamento

All'interno di ognuna delle tre aree di studio (Villa Pamphili, Monte Mario, Oasi di Macchiagrande) sono stati selezionati tre frammenti forestali come stazioni di campionamento, appartenenti alla classe fitosociologica *Querceta ilicis* Br.-Bl., la cui specie arborea dominante è il leccio (*Q. ilex*).

##### Lecceta di di Villa Pamphili (PAM) – Loc. La Nocetta, 70 m s.l.m.

Questa stazione è situata all'interno di un frammento forestale semi naturale (Fig. 3.1) che si estende su un'area collinare per una superficie superiore ai 5 ha e che confina a nord con un altro frammento forestale di minore estensione, ad ovest e a sud con aree urbanizzate e ad est con incolti. La stazione è caratterizzata da uno strato arboreo dominato dal leccio (*Q. ilex*) che fornisce durante l'arco dell'anno una copertura abbondante agli strati sottostanti. Alcuni tra questi individui di leccio hanno una età superiore al secolo (Carpaneto et al., 2010). Tuttavia, la presenza di alcuni tronchi a terra determina discontinuità nella struttura della canopy e l'apertura

di alcune radure di scarsa estensione, nelle quali troviamo una buona presenza di rinnovazione da parte dell'alloro (*L. nobilis*), che rappresenta peraltro la componente floristica principale dello strato arbustivo. La copertura erbacea è dominata dall'edera (*Hedera helix* L.). La lettiera è compatta, profonda e ben strutturata e gli strati sottostanti la superficie si mantengono umidi anche nel periodo estivo.



**Fig. 3.1.** Lazio, Roma: Villa Pamphili. Frammento forestale selezionato come stazione di campionamento (in viola). (immagine ottenuta con Q. GIS 1.8.0 da <http://www.qgis.org/it/site/>).

Lecceta di Monte Mario (MAR) – Loc. Farnesina, 85 m s.l.m.

Questa stazione è situata all'interno di un frammento forestale misto naturale (Fig. 3.2) che si estende su un area collinare del settore settentrionale dell'area di studio. La superficie di estensione del frammento forestale è superiore a 9 ha e confina a nord est e ovest con aree urbanizzate e a sud con le tipiche formazioni arbustive dei versanti meridionali della riserva,

formate da robinie (*R. pseudoacacia*), olmo (*U. minor*), e da boschi di alloro (*L. nobilis*). La stazione è caratterizzata da uno strato arboreo dominato dal leccio dove trova ospitalità anche la quercia da sughero (*Q. suber*). Allo strato arbustivo, particolarmente complesso dal punto di vista della composizione floristica e della struttura, partecipano erica (*E. arborea*), albero di Giuda (*C. siliquastrum*) e ginestra odorosa (*Spartium junceum* L.). La copertura erbacea è dominata dal pungitopo (*R. aculeatus*), a cui si aggiunge l'edera (*H. helix*). La lettiera è compatta, profonda e ben strutturata e gli strati sottostanti la superficie si mantengono umidi anche nel periodo estivo.

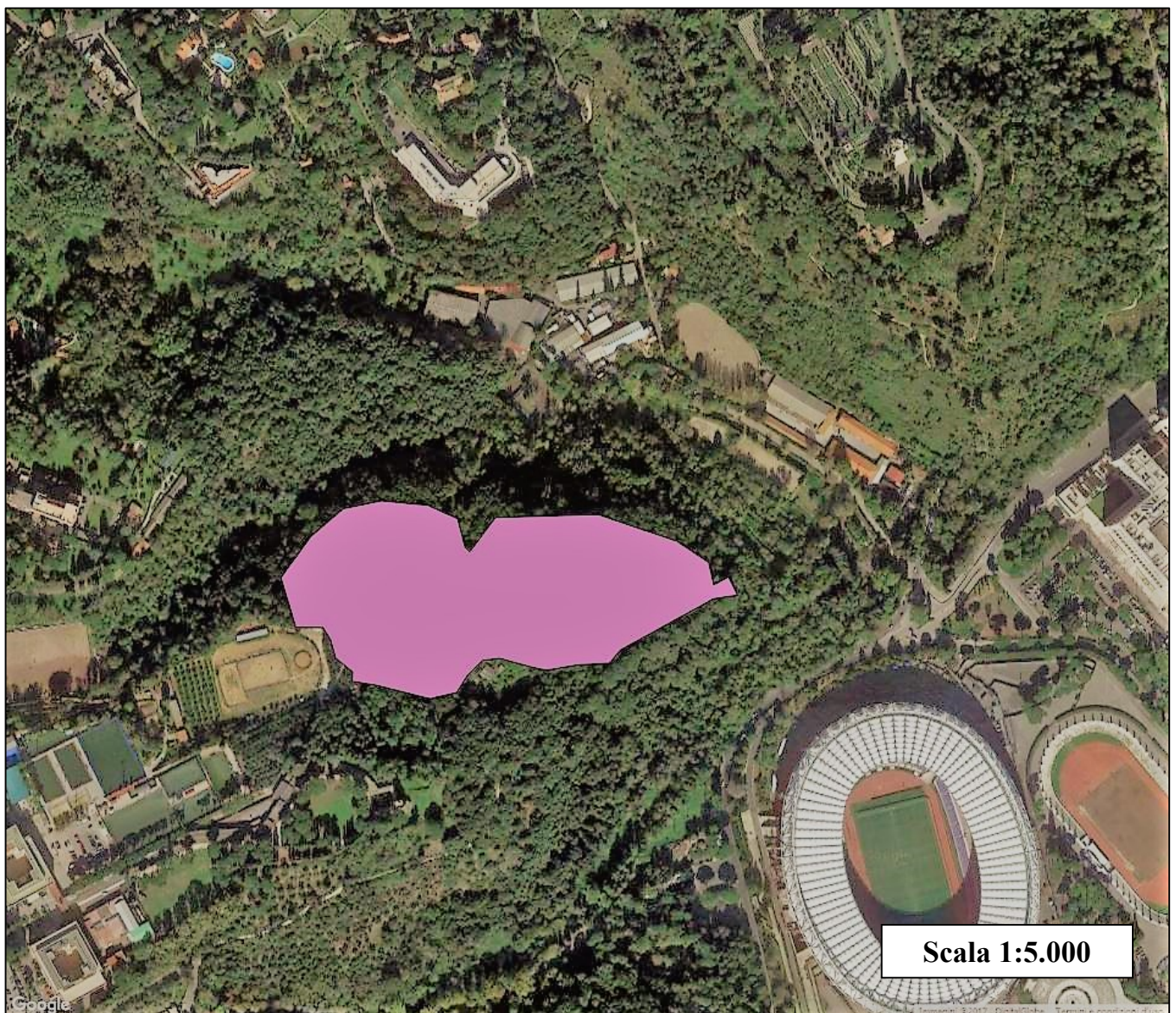


Fig. 3.2. Lazio, Roma: Riserva Naturale di Monte Mario. Frammento forestale selezionato come stazione di campionamento (in viola). (immagine ottenuta con Q. GIS 1.8.0 da <http://www.qgis.org/it/site/>).

Lecceta di Fregene (FRE) – Loc. Macchiagrande, 13 m s.l.m.

La stazione in questione è situata all'interno di una tipica lecceta retrodunale (Fig. 3.3) che si estende su una superficie superiore a 80 ha e che confina a nord con il centro abitato di Fregene, ad est con coltivi, a sud con incolti e ad ovest con un'altra porzione di lecceta e la macchia dunale dell'Oasi. Il bosco è costituito da lecci di età piuttosto giovane rispetto a quelli presenti sia a Monte Mario sia a Villa Pamphili. Lo strato arboreo fornisce per tutto l'anno una copertura quasi totale agli strati sottostanti. Lo strato arbustivo è prevalentemente costituito da eriche (*E. arborea*), corbezzoli (*A. unedo*) e mirti (*M. communis*). Lo strato erbaceo è costituito prevalentemente da pungitopo (*R. aculeatus*) ed edera (*H. helix*). La lettiera è compatta, profonda ben strutturata e gli strati sottostanti la superficie si mantengono umidi anche nel periodo estivo. Abbondante presenza di legno morto a terra.



**Fig. 3.3.** Lazio, Fregene, Roma: Oasi di Macchiagrande. Frammento forestale selezionato come stazione di campionamento (in verde). (immagine ottenuta con Q. GIS 1.8.0 da <http://www.qgis.org/it/site/>).

### 3.1.1 Caratterizzazione spaziale e strutturale dei frammenti forestali selezionati

L'analisi spaziale con GIS e il lavoro sul campo hanno permesso di caratterizzare la struttura spaziale circostante e quella interna dei tre frammenti forestali sopraelencati.

Con la finalità di individuare un potenziale gradiente di urbanizzazione dal centro urbano fino al litorale, è stata effettuata un'analisi spaziale dell'uso del suolo in una buffer zone di 200 m (Semlitsch & Bodie, 2003) intorno a 12 frammento forestali, tra cui i tre selezionati, presenti all'interno di alcune ville storiche e aree protette (Villa Pamphili, Villa Ada, Parco Regionale Urbano del Pineto, Riserva Naturale Regionale Monte Mario, R.N.R. Insugherata, R.N.R. Tenuta dei Massimi, Tenuta Agricola di Castel di Guido, Oasi WWF di Macchiagrande di Fregene e Foce dell'Arrone) progressivamente sempre più distanti dal centro. L'analisi è stata implementata tramite l'utilizzo dei seguenti strumenti informatici: i) Portale Cartografico Nazionale e relativi progetti cartografici ([www.pcn.minambiente.it](http://www.pcn.minambiente.it)); ii) Quantum GIS 1.8.0 Codename Lisboa; iii) Carta della Vegetazione della Provincia di Roma (Fanelli *et al.*, 2007); Corine Land Cover 2006.

Prendendo come riferimento la distanza del centroide di ogni frammento rispetto al centroide di Roma (baricentro geografico dell'area di Roma compresa all'interno del G.R.A.) è stato possibile individuare un gradiente per le tre macrocategorie di uso del suolo del Corin Land Cover 2006 (urbano, agricolo, forestale).

In tabella 3.1 i valori di copertura urbana, agricola e forestale intorno ai 12 frammenti e l'indice di correlazione di Spearman tra la distanza dal centro dei frammenti e i valori per le tre macrocategorie.

**Tab. 3.1.** Lazio, Roma. Coordinate UTM, perimetro (m), area (mq), valori di copertura urbana (mq), agricola (mq) e forestale (mq) e distanza dal centro di Roma (mq) dei 12 frammenti forestali selezionati. In basso l'indice di correlazione di Spearman tra la distanza dal centro di Roma dei frammenti e i rispettivi valori di copertura del suolo.

| Fragments     | UTM     |         | Shape_Lenght<br>(m) | Shape_Area<br>(mq) | Distance from center<br>(m) | Artificial surfaces<br>(mq) | Agricultural areas<br>(mq) | Forest and seminatural areas<br>(mq) |
|---------------|---------|---------|---------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
|               | x       | y       |                     |                    |                             |                             |                            |                                      |
| OrtoBotanico  | 289474  | 4640871 | 309                 | 4092               | 2338                        | 175338                      | 0                          | 0                                    |
| Pamphili      | 287133  | 4639994 | 1081                | 30943              | 3639                        | 302257                      | 0                          | 0                                    |
| Ada           | 292831  | 4644914 | 1441                | 37119              | 4276                        | 349477                      | 0                          | 0                                    |
| Pineto        | 286969  | 4643746 | 1281                | 65730              | 5721                        | 0                           | 26864                      | 472520                               |
| MonteMario_1  | 288436  | 4645341 | 1294                | 47220              | 5737                        | 75984                       | 36380                      | 150607                               |
| MonteMario_2  | 288592  | 4645846 | 1092                | 52959              | 6352                        | 112601                      | 9011                       | 215372                               |
| Massimi_1     | 2304284 | 4637639 | 1283                | 99014              | 8142                        | 73370                       | 159490                     | 112462                               |
| Insugherata   | 287716  | 4647799 | 1247                | 53290              | 8189                        | 11704                       | 108169                     | 205818                               |
| Massimi_2     | 283903  | 4638528 | 1406                | 57707              | 8225                        | 16360                       | 253521                     | 86276                                |
| CasteldiGuido | 2295338 | 4640450 | 859                 | 20887              | 16486                       | 0                           | 136340                     | 141198                               |
| Macchiagrande | 2288498 | 4634593 | 3646                | 697683             | 24198                       | 90849                       | 145580                     | 356898                               |
| Arrone        | 2286524 | 4638927 | 797                 | 14267              | 25428                       | 41746                       | 2299                       | 182064                               |

Distance\_from\_center vs. Artificial\_surfaces:  $R = -0.5534$ ,  $P < 0.05$ ;  
Distance\_from\_center vs. Agricultural\_area:  $R = 0.6409$ ,  $P < 0.05$ ;  
Distance\_from\_center vs. Forest\_and\_seminatural\_areas:  $R = 0.4798$ ,  $P = 0.11$

Inoltre all'interno dei soli tre frammenti selezionati, in un giorno stabilito ogni due sessioni di campionamento sono stati annotati i valori delle seguenti variabili ambientali, calcolati all'interno di una circonferenza del raggio di 2 m, prendendo come centro della circonferenza ogni singola trappola:

- copertura della canopy (%);
- copertura dello strato arbustivo (%);
- copertura dello strato erbaceo (%);
- copertura della lettiera (%).

I rilevamenti sono stati effettuati secondo la scala di Braun-Blanquet (vedi ad es. Poore, 1955), basato sulla stima visuale per intervalli percentuali della copertura degli strati verticali considerati.

### ***3.2 Tecniche e strumentazione***

Dopo aver superato problematiche di natura metodologica derivanti dall'utilizzo di pitfall-traps come metodo passivo di campionamento della fauna epigea, è stato stabilito un protocollo di campionamento che prevede l'utilizzo di due trap stations formate ciascuna da 4 trappole per ognuno dei frammenti forestali oggetto di studio.

Le singole trappole sono state posizionate ad una distanza di circa 25 m dai margini delle aree oggetto di studio; soprattutto per i Carabidi, tale distanza dovrebbe sufficientemente escludere tutte quelle problematiche legate all'effetto margine (Spence et al., 1996; Finch, 2005). Con il termine di effetto margine si intendono una serie di effetti chimico-fisici ed ecologici riscontrabili nelle aree di contatto e limitrofe tra tipologie ambientali differenti (cfr. Battisti, 2004).

Le distanze tra le trappole che compongono la trap station (griglia) era di circa 5 m per evitare l'autocorrelazione spaziale tra le trappole stesse (cfr. Baker e Barmuta, 2006) e in riferimento soprattutto ai Coleotteri Carabidi, per limitare una riduzione nel tempo delle catture per trappola, una minor frequenza di cattura di specie rare, un minor numero totale di specie catturate per la relazione che intercorre tra abbondanza e specie, una diminuzione della dominanza ed un incremento dell'equiripartizione per la rarefazione delle specie con maggior motilità (maggior parte degli individui rapidamente catturati da trappole posizionate a distanze inferiori ai 5 m) (Digweed et al., 1995).

La distanza tra le due trap stations all'interno dei frammenti forestali è di almeno 20 m. Digweed et al. (1995), affermano che "trap stations", (formate ognuna da tre trappole) posizionate a distanze reciproche pari a 10 m, potrebbero dare stime imprecise sull'attività stagionali delle specie oggetto di studio, anche in questo a causa proprio degli effetti sopra citati e raccomandano l'utilizzo di distanze tra trap stations non inferiori addirittura ai 25 m. Tutto ciò è da tenere maggiormente in considerazione per studi condotti su ampia scala temporale, nei quali la fauna edafica viene continuamente campionata con le trappole a caduta (Ward et al., 2001).

La scelta di due set di trappole dipende dalla presenza di un'area campionabile, all'interno di due frammenti su tre in analisi che non avrebbe permesso il posizionamento di tre o più set distanti almeno 50 m. Tale distanza avrebbe dovuto garantire un'adeguata indipendenza statistica tra le singole stazioni (Magura et al., 2000). Nel caso specifico delle aree oggetto di studio, la presenza di tre o più set disposti a 50 m l'uno dall'altro avrebbe comportato il posizionamento delle trap stations a distanze inferiori a 10 m o delle singole trappole a distanze inferiori ai 5 m, causando l'insorgere di tutti quegli effetti negativi dovuti proprio all'esigua distanza tra le trappole ed ampiamente esposti in precedenza.

In conclusione, due trap stations distanziate 20 metri l'una dall'altra avrebbero dovuto:

- permettere un campionamento omogeneo su tutta l'area presente all'interno della singola tipologia ambientale in analisi;
- essere sufficientemente indipendenti dal punto di vista statistico e escludere l'insorgere di numerosi problemi legati alla distanza tra le trap stations;
- fornire un adeguato numero di repliche (ogni trappola sarà considerata come singola replica), utile anche ad individuare variazioni nelle comunità edafiche in analisi alla scala di microhabitat.

Ogni sessione di campionamento si è svolta nell'arco di tempo di 21-31 giorni, a partire dal mese di giugno 2015 fino a giugno 2016.

Ogni trappola era costituita da un contenitore di plastica PET di circa 9 cm di diametro all'imboccatura, 7 cm alla base e alto circa 11 cm che è stato riempito con 150 ml di una soluzione satura di NaCl in aceto di vino commerciale (6% di acidità), dopo un'attenta valutazione di pregi e difetti delle diverse sostanze (glicole etilenico, birra, acqua, acqua e sale, etc.) più comunemente usate.

Prima dell'interramento, è stato praticato un piccolo foro (al massimo 0,5 cm di diametro) a circa 4 cm dal bordo per evitare che l'eventuale caduta di acqua piovana provochi la tracimazione del contenuto.

E' stata posizionata una griglia costituita o da piccoli rami e sassi o da metallo, sopra ogni trappola per evitarne l'occlusione, sebbene alcuni studi abbiano dimostrato una maggior efficienza di cattura di alcune specie di Coleotteri Carabidi da parte di trappole scoperte (Spence e Niemelä, 1994). L'utilizzo di rami e sassi consente di stabilire condizioni naturali attorno e sopra a ciascuna trappola, secondo le caratteristiche ambientali del sito, ma la griglia di metallo garantisce maggior efficienza contro la caduta di piccoli vertebrati. Per tamponare l'eventuale diluizione della soluzione aceto/sale con l'acqua piovana la trappola è stata coperta con pezzi di normali mattonelle di terracotta.

Il materiale caduto nella trappola è stato raccolto sul campo e separato dai liquidi (acqua piovana e soluzione di aceto) tramite un colino a maglia sottile (0,75 mm circa), ed introdotto in appositi contenitori di plastica (volume di 0,25 litri o 0,5 litri) tramite un imbuto per polveri con imboccatura larga (2-3 cm di diametro). I contenitori sono dotati di doppio tappo di chiusura, uno interno a pressione ed uno esterno a vite. Il contenuto di ogni singola trappole è stato raccolto in un unico contenitore, dentro al quale è stato aggiunto alcool a 70-80° per conservare il materiale raccolto.

Lo smistamento e la determinazione del materiale raccolto sono stati effettuati in laboratorio con l'ausilio di uno stereomicroscopio Leitz M5; da tutto il materiale catturato sono stati separati gli individui dei taxa selezionati in precedenza. La determinazione delle specie di Chilopodi è stata effettuata personalmente tramite chiavi dicotomiche (Brölemann, 1930; Iorio, 2008); per conferma delle determinazioni è stato consultato il Prof. Marzio Zapparoli (Università della Tuscia, Viterbo).

Il materiale, identificato e schedato, così come quello non identificato di altri gruppi tassonomici, è stato in seguito depositato nel Museo di Zoologia dell'Università della Tuscia, Viterbo, per la conservazione e lo studio futuro.

### **3.3 I Chilopodi**

Lo studio zoocenotico, effettuato attraverso lo studio di tassocenosi campione che rappresentano una porzione significativa dell'intera comunità, rappresenta una metodologia ormai ampiamente condivisa in zoosociologia.

Le tassocenosi di Artropodi del suolo selezionate in questa ricerca comprendono un gruppo di detritivori e tre gruppi di predatori, che sono rispettivamente:

I Chilopodi (Fig. 3.1) sono una classe di Artropodi Miriapodi (Miryapoda) con una struttura corporea che comprende in senso antero-ventrale: un capo robusto che porta l'apparato

boccale, le antenne filiformi ed in alcuni ordini i campi ocellari; un segmento corporeo che porta il primo paio di zampe modificato in forcipule (segmento forcipulare); un numero variabile tra i vari ordini di segmenti del tronco, ciascuno con un singolo paio di zampe (15 paia di zampe in Scutigeromorpha e Lithobiomorpha; 21 in Scolopendromorpha; 35 o più in Geophilomorpha); un segmento terminale con l'apparato genitale (Barber, 2008).

Le specie della zona a clima mediterraneo dell'Europa si riproducono generalmente nei mesi di febbraio, marzo e aprile. La fecondazione è per via indiretta, mediante il trasferimento dal maschio all'apparato genitale femminile di spermatozoi contenuti in spermatofore.

Le cure parentali delle uova fecondate sono una prerogativa esclusiva delle femmine (Armengol et al., 1986).

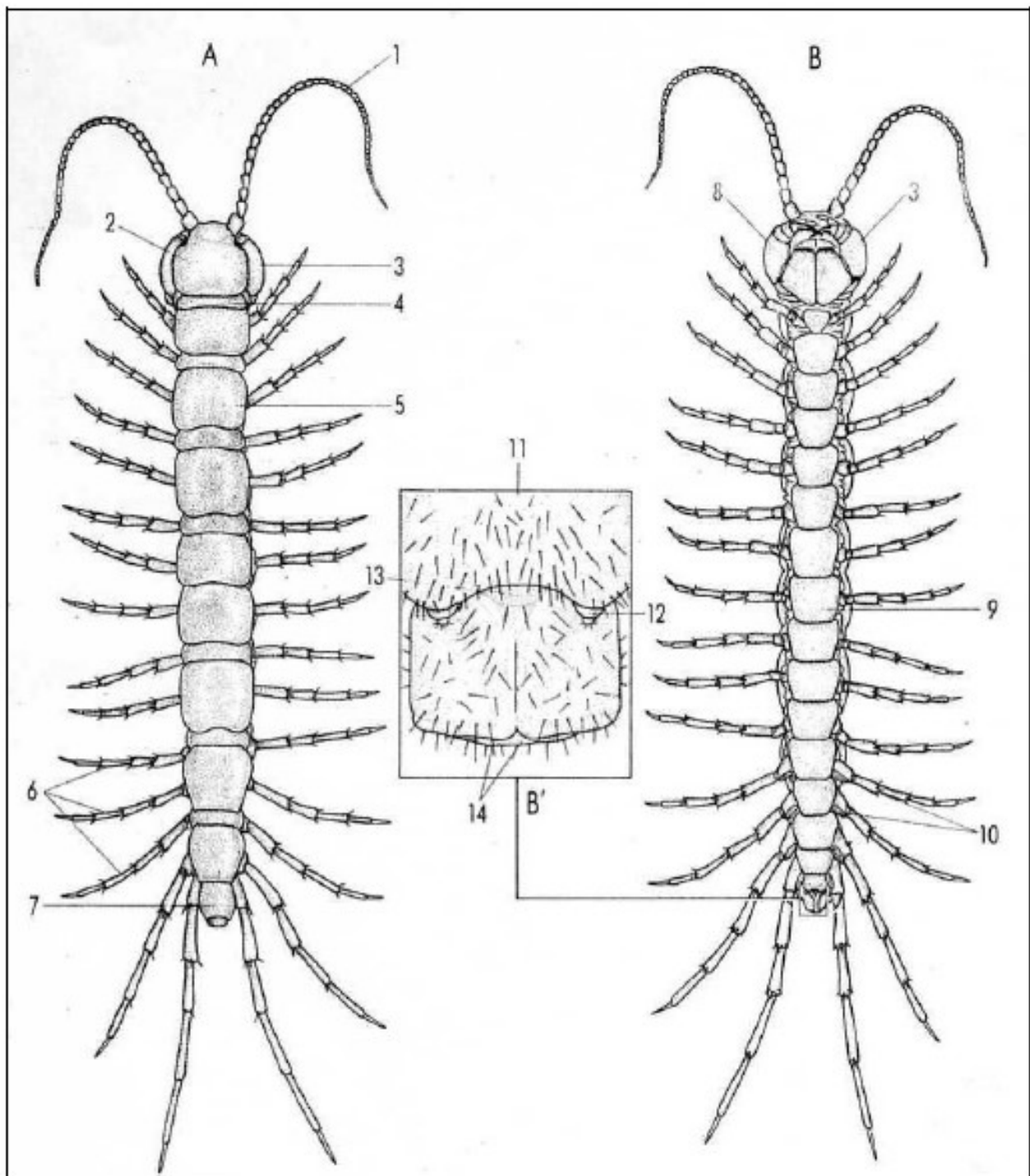
Dalla schiusa delle uova fino al raggiungimento della completa maturità, i singoli individui subiscono uno sviluppo postembrionale di circa due mesi, attraverso una serie di trasformazioni morfologiche più o meno profonde.

Geofilomorfi e Scolopendromorfi sono epimorfi, al momento della schiusa dell'uova, l'individuo possiede un numero di segmenti uguale all'adulto. Al contrario nei Litobiomorfi e nei Scutigeromorfo sono presenti stadi larvali in cui il numero di segmenti è inferiore a quello caratteristico degli individui adulti e il raggiungimento della completa maturità avviene tramite una serie di ecdisi; questi due ordini dal punto di vista dell' sviluppo postembrionale vengono definiti anamorfi (Armengol et al., 1986).

I Chilopodi sono Artropodi ad areale poco esteso, talvolta ristretto, con discreti livelli di endemizzazione, legati ai primi strati del suolo ma anche endogeni, predatori di piccoli Invertebrati, frequenti soprattutto negli ecosistemi forestali dove in molti casi costituiscono comunità ricche e numericamente ben rappresentate.

Edafobi, sublapidicoli, subcorticicoli, sono diffusi dal livello del mare sino a oltre 4.000 m d'altitudine (vedi ad es. Minelli e Iovane, 1987; Zapparoli, 2006). Sono note circa 3.300 specie (Minelli, 2006) di cui 486 in Europa (Enghoff, 2004) e 162 in Italia (Foddai et al., 1995, Zapparoli e Minelli 2005).

Nonostante le ancora frammentarie conoscenze su tassonomia, distribuzione geografica e preferenze ambientali di alcune specie, questi Miriapodi sono considerati utili biondicatori (vedi ad es. Gardi et al., 2002; Scheu et al., 2003).



**Fig. 3.1.** Morfologia esterna di un Chilopode, in visione dorsale (A), ventrale (B) e dettagli della regione posteriore di un individuo di sesso maschile (B'). Antenna (1), capsula cefalica (2), forcipula (3), tergite del segmento forcipulare (4), tergite del terzo segmento del tronco (5), zampe (6), telson (7), coxosterno forcipulare (8), sternite dell'ottavo segmento del tronco (9), pori coxali (10), sternite del primo segmento genitale (11), gonopodi (12), pene (13), valvola anale (14) (da Armengol et al., 1986).

### 3.4 Analisi statistica dei dati

L'analisi delle tassocenosi è stata basata su metodi standard usati per la fauna del suolo (vedi ad es. Wytwer, 1995; Magura et al., 2000, 2002, 2003, 2005; Yu et al., 2008) e su metodi di analisi delle comunità descritti in Magurran (2004).

Nell'analisi statistica sono stati usati i seguenti indici:

- Indice di Jaccard:

$$J = w / a + b - w$$

dove: a = numero di specie in una stazione

b = numero di specie in un'altra stazione

w = numero di specie in comune

per definire i livelli di somiglianza tra insiemi, quali cenosi.

- Indice di Bray Curtis:

$$BC = 100 \frac{\sum_{i=1}^p 2 \min(y_{ij}, y_{ik})}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})}$$

dove: p = numero totale di specie

i = specie

y<sub>ij</sub> = abbondanza della specie (i) nel primo campione (j)

y<sub>ik</sub> = abbondanza della specie (i) nel secondo campione (k).

BC assume valore 0 se i due campioni non hanno specie in comune, e risulta pari a 100 se i due campioni sono identici.

- Abbondanza (dominanza) della specie j-esima:

$$D_j = n_j / N * 100$$

dove: n<sub>j</sub> = numero d'individui della specie j-esima

N = numero d'individui totali

per definire l'abbondanza relativa delle specie nelle cenosi.

- Ripartizione in classi di dominanza (Wytwer, 1990):

**$D_j \geq 50\% = \text{Eudominante}$**

**$10\% \leq D_j < 50\% = \text{Dominante}$**

**$5\% \leq D_j < 10\% = \text{Influente}$**

**$2\% \leq D_j < 5\% = \text{Recedente}$**

**$D_j < 2\% = \text{Subrecedente}$**

per definire i rapporti tra le specie nella cenosi studiata.

- Indice di Morisita modificato da Horn (1966):

$$M = 2 \sum x_j y_j / \sum x_j^2 + \sum y_j^2$$

dove:  $x_j$  e  $y_j$  = abbondanza della specie j-esima al sito X e al sito Y

per confrontare le strutture di dominanza delle cenosi tra loro.

- Indice di diversità di Shannon Wiener (1949):

$$H' = \sum n_j / N \ln n_j / N$$

dove:  $n_j$  = numero d'individui della specie j-esima

$N$  = numero d'individui totali

per misurare la diversità d'informazione della cenosi studiata.

- Indice di Pielou (Equiripartizione) (1966):

$$J' = H' / H'_{\max}$$

dove:  $H'_{\max} = \ln S$  con  $S$  = numero di specie, valore massimo dell'indice di Shannon

per misurare l'equiripartizione delle specie nella cenosi studiata.

### **Effetto delle variabili ambientali e del grado di urbanizzazione sulle singole specie**

Al fine di studiare gli effetti delle variabili ambientali e del grado di urbanizzazione sul numero di individui catturati di ciascuna specie in ogni trappola, è stata effettuata una analisi multivariata di tipo ordinale (CCA, Canonical Correspondence Analyses). L'analisi è stata implementata trasformando in scala logaritmi i dati relativi alle specie e standardizzando i valori delle variabili ambientali.

Per questo tipo di analisi, analogamente a quanto fatto in precedenti studi (Antvogel e Bonn, 2001; Koivula et al, 2004), al fine di superare alcune delle incongruenze derivanti dal trappola

mento con pitfall traps (Adis, 1979; Lövei e Sunderland, 1996), è stato necessario escludere le specie con un numero di individui catturati inferiore a tre; trattasi probabilmente di individui migranti accidentali che non supportano popolazioni effettivamente riproduttive nel sito d'indagine (Desender, 1996), o per i quali il metodo di cattura adottato non risulta efficiente.

Con il programma Statistica 7.0 sono stati applicati i seguenti test di confronto per verificare la significatività statistica di differenze o somiglianze tra i vari set di dati:

- Nested ANOVA;
- Test di Tukey;
- Coefficiente di correlazione di Spearman;

Nel caso dei confronti multipli per il test di Tukey i valori di probabilità sono stati corretti attraverso il test sequenziale di Bonferroni (Rice, 1989). Sempre con Statistica 5.0 sono stati costruiti i dendogrammi, utilizzando l'algoritmo di amalgamazione UPGMA e come misura di distanza le Distanze Euclidee e i diagrammi di Box-Whisker.

La CCA è stata al contrario implementata con il programma PAST (Hammer et al., 2001).

Sempre con il programma PAST sono stati effettuati i test di confronto degli indici di diversità e equiripartizione tra le trap stations, applicando due procedure separate di randomizzazione del data set, il bootstrapping e la permutazione. Per ulteriori dettagli sulle due tecniche di randomizzazione si rimanda a Fattorini (2010)

## **4. RISULTATI**

### ***4.1 Composizione in specie***

Per quanto riguarda le cenosi a Chilopodi indagate, sono state rinvenute 14 specie (325 individui totali) (Tab. 4.1); dalle analisi statistiche sono stati esclusi gli individui di determinazione incerta (*Lithobiidae* gen. sp.).

Per le preferenze ambientali delle specie di Chilopodi rinvenute nella presente ricerca, verrà tenuto in considerazione quanto descritto da Minelli e Iovane (1987) e da Zapparoli (2006) per la maggior parte delle tipologie ambientali presenti in Italia.

Il campionamento totale è caratterizzato dalla presenza di una consistente percentuale (50%) di elementi forestali.

Le specie più frequenti, come numero di stazioni sulle tre indagate, sono *Eupolybothrus fasciatus* (3/3), endemita Appenninico per lo più legato a boschi termofili e submesofili, *Lithobius cassinensis* (3/3), endemita Appenninico comune nelle formazioni aperte e semiaperte, *L. castaneus* (3/3), elemento S-europeo, eurisilvicolo, *L. forficatus*, Elemento Europeo, euriecio e *Clinopodes flavidus* (3/3), elemento Turanico-Europeo, euriecio. Altre specie rinvenute sono *Cryptops hortensis* (2/3), Centroasiatico-Europeo, silvicolo, *Himantarium gabrielis* (2/3), elemento Mediterraneo, essenzialmente termofilo, segnalato in un'ampia varietà di ambienti e *Henia vesuviana* (2/3) specie W-Mediterranea, eurisilvicola ma presente soprattutto in foreste a *Quercus* spp.

**Tab. 4.1.** Lazio, Roma: elenco delle specie di Chilopodi per stazione e numero di esemplari raccolti. Stazioni: PAM = Villa Pamphili; MAR = Monte Mario; FRE = Macchiagrande di Fregene.

| Aree verdi Roma                                    |        | Stazioni                 |                             |                               |
|----------------------------------------------------|--------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Specie rinvenute                                   |        | PAM<br>Lecceta<br>urbana | MAR<br>Lecceta<br>Suburbana | FRE<br>Leccete<br>Extraurbana |
|                                                    | Codice |                          |                             |                               |
| <b>Lithobiomorpha</b>                              |        |                          |                             |                               |
| 1. <i>Eupolybothrus fasciatus</i> (Newport, 1845)  | EFAS   | 27                       | 16                          | 36                            |
| 2. <i>Lithobius cassinensis</i> Verhoeff, 1925     | LCSS   | 2                        | 4                           | 5                             |
| 3. <i>Lithobius castaneus</i> Newport, 1844        | LCST   | 19                       | 10                          | 35                            |
| 4. <i>Lithobius forficatus</i> (Linnaeus, 1758)    | LFOR   | 8                        | 4                           | 30                            |
| 5. <i>Lithobius tylopus</i> Latzel, 1882           | LTYL   | -                        | 67                          | -                             |
| 6. <i>Lithobiidae</i> gen. sp.                     | LGEM   | 1                        | 3                           | -                             |
| <b>Scolopendromorpha</b>                           |        |                          |                             |                               |
| 7. <i>Cryptops hortensis</i> Leach, 1815           | CHOR   | 1                        | -                           | 2                             |
| 8. <i>Cryptops parisi</i> Brölemann, 1920          | CPAR   | -                        | 10                          | -                             |
| <b>Geophilomorpha</b>                              |        |                          |                             |                               |
| 9. <i>Himantarium gabrielis</i> (Linnaeus, 1767)   | HGAB   | 2                        | 11                          | -                             |
| 10. <i>Stigmatogaster gracilis</i> (Meinert, 1870) | SGRA   | -                        | 13                          | -                             |
| 11. <i>Dignathodon microcephalus</i> (Lucas, 1846) | DMIC   | -                        | 2                           | -                             |
| 12. <i>Henia bicarinata</i> (Meinert, 1870)        | HBIC   | -                        | 1                           | -                             |
| 13. <i>Henia vesuviana</i> (Newport, 1845)         | HVES   | -                        | 5                           | 3                             |
| 14. <i>Schendyla nemorensis</i> (C.L. Koch, 1836)  | SNEM   | -                        | 1                           | -                             |
| 15. <i>Clinopodes flavidus</i> C.L. Koch, 1847     | CFLA   | 1                        | 3                           | 3                             |
| <b>Numero totale di individui (n°)</b>             |        | <b>61</b>                | <b>150</b>                  | <b>114</b>                    |

Ciò che emerge in modo evidente è le differenze tra la stazione MAR (Monte Mario) e le altre per quanto concerne la ricchezza in specie della componente endogea delle cenosi a Chilopodi, composta da Scolopendromorpha e Geophilomorpha. Infatti, nella sola stazione MAR (Monte Mario) sono presenti *C. parisi* (1/3), S-europeo, eurisilvicolo, *Stigmatogaster gracilis* (1/3), elemento Mediterraneo, silvicolo, *Dignathodon microcephalus* (1/3), Mediterraneo, elemento essenzialmente termofilo, generalmente segnalato in querceti e altre formazioni forestali di latifoglie nonché in habitat più o meno aperti, *Henia bicarinata*, elemento Mediterraneo, eurecio e *Schendyla nemorensis* (1/3), specie Europea, silvicola, presente soprattutto in formazioni forestali a *Quercus* spp. A queste specie si aggiunge sempre nella sola MAR (Monte Mario) *L. tylopus* (1/3), endemita Appenninico silvicolo.

PAM (Villa Pamphili) è caratterizzata dalla presenza di 7 specie di cui 3 generalmente legate ad ambienti forestali, *Eupolybothrus fasciatus*, *Lithobius castaneus* e *Cryptops hortensis*, per una percentuale relativa sul totale pari al 43%. Presenti inoltre 2 specie di ambienti aperti, *Lithobius cassinensis* ed *Himantarium gabrielis* e 2 specie euriecie, *Lithobius forficatus* e *Clinopodes flavidus*.

Il numero di specie totali rinvenute nella stazione MAR (Monte Mario) è pari a 14, con un numero maggiore di elementi forestali (6) rispetto a PAM, che rappresentano una percentuale relativa sul totale pari al 43%.

La stazione FRE (Macchiagrande di Fregene) presenta un valore di ricchezza specifica (7) equiparabile a quello ottenuto in PAM (Villa Pamphili); le specie forestali rinvenute in questa stazione associato rappresentano una percentuale pari (43%) rispetto sia a PAM che a MAR (Monte Mario).

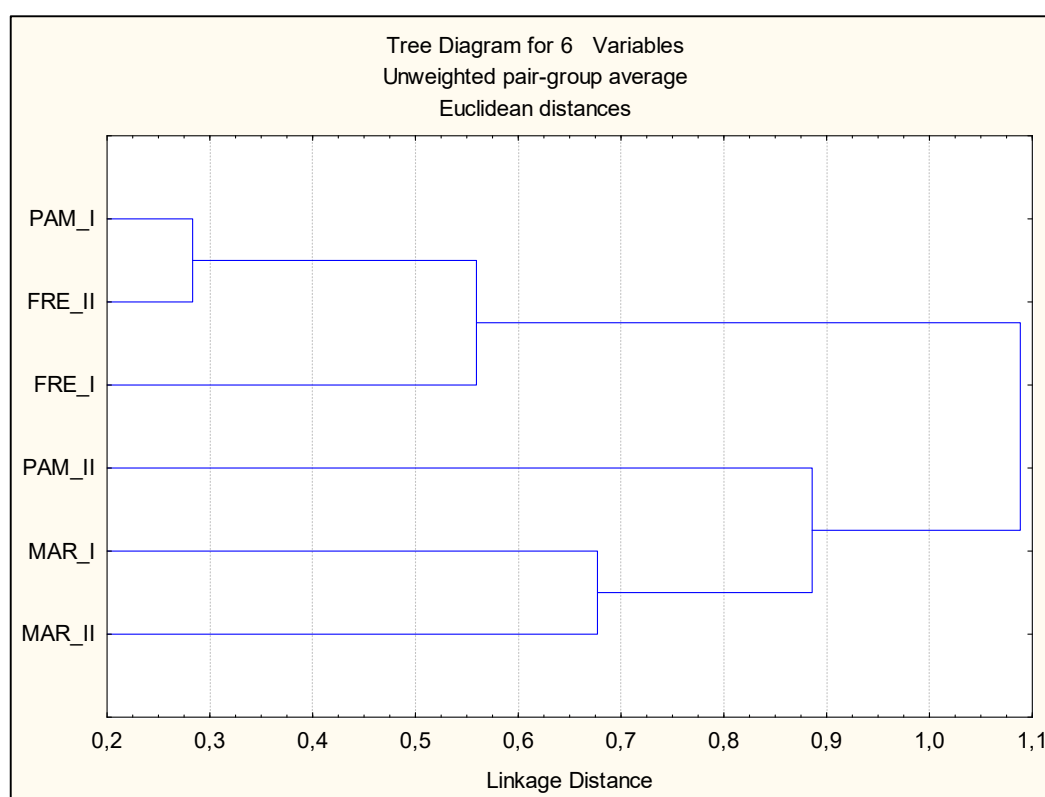
Nella tabella 4.2 sono riportati i valori di somiglianza tra le trap stations calcolati in base all'indice di Jaccard.

**Tab. 4.2.** Lazio, Roma. Somiglianza tra le stazioni in base all'indice di Jaccard. Trap Stasions: PAM\_I e PAM\_II = Lecceta di Villa Pamphili; MAR\_I e MAR\_II = Lecceta di Monte Mario; FRE\_I e FRE\_II = Lecceta di Macchiagrande di Fregene.

| Jaccard | PAM_I | PAM_II  | MAR_I   | MAR_II  | FRE_I   | FRE_II  |
|---------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|
| PAM_I   | 1     | 0,65574 | 0,25    | 0,32857 | 0,68235 | 0,59794 |
| PAM_II  |       | 1       | 0,25352 | 0,33588 | 0,42105 | 0,52273 |
| MAR_I   |       |         | 1       | 0,32    | 0,21053 | 0,26168 |
| MAR_II  |       |         |         | 1       | 0,28387 | 0,27545 |
| FRE_I   |       |         |         |         | 1       | 0,55357 |
| FRE_II  |       |         |         |         |         | 1       |

I valori più alti di somiglianza risultano quelli tra PAM\_I e FRE\_I (0,714) e tra PAM\_I e FRE\_II (0,833). Il notevole grado di somiglianza tra queste trap stations è probabilmente dovuto alla quasi totale assenza della componente edafica delle comunità a Chilopodi dal campionamento. I valori più bassi di somiglianza si registrano tra Monte Mario e Villa Pamphili e tra Monte Mario e Fregene, nello specifico tra MAR\_I e PAM\_II (0,307) e tra MAR\_II e FRE\_II (0,250).

In figura 4.1 è rappresentato il dendrogramma di somiglianza ricavato dalla matrice di somiglianza di Jaccard.



**Fig. 4.1.** Lazio, Roma: Distanza tra le stazioni ottenuta mediante cluster analysis. Trap Stasions: PAM\_I e PAM\_II = Lecceta di Villa Pamphili; MAR\_I e MAR\_II = Lecceta di Monte Mario; FRE\_I e FRE\_II = Lecceta di Macchiagrande di Fregene.

Le stazioni PAM\_I, FRE\_I e FRE\_II si distaccano basalmente dalle altre trap stations; PAM\_II a sua volta si distacca piuttosto precocemente da MAR\_I e MAR\_II, che formano un cluster ben distinto. Pertanto, tra i tre gradi di urbanizzazione, per quanto concerne la composizione specifica, viene confermato sia il notevole grado di somiglianza tra PAM e FRE

sia le notevoli differenze tra queste due stazioni e MAR. Da notare il legame estremamente stretto tra PAM\_I e FRE\_II, già evidenziato qualitativamente.

#### 4.2 Abbondanza e valori di dominanza

Il maggior numero di individui è stato campionato in MAR ( $n = 147$ ), poi in FRE ( $n = 114$ ) e PAM ( $n = 60$ ) (vedi Tabella 4.1).

Nella tabella 4.3 sono riportati i valori di somiglianza tra le trap stations calcolati in base all'indice di Bray Curtis.

**Tab. 4.3.** Lazio, Roma. Somiglianza tra le stazioni in base all'indice di Bray Curtis. Trap Stations: PAM\_I e PAM\_II = Lecceta di Villa Pamphili; MAR\_I e MAR\_II = Lecceta di Monte Mario; FRE\_I e FRE\_II = Lecceta di Macchiagrande di Fregene.

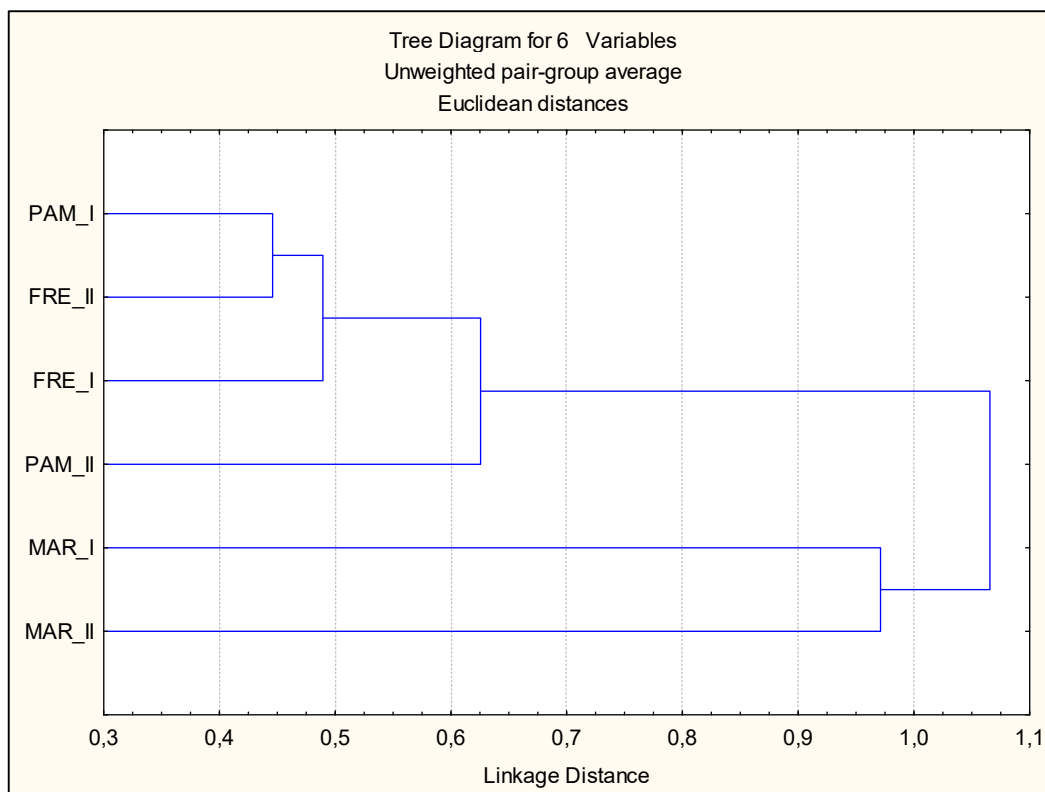
| Bray Curtis   | PAM_I | PAM_II  | MAR_I   | MAR_II  | FRE_I   | FRE_II  |
|---------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <b>PAM_I</b>  | 1     | 0,65574 | 0,25    | 0,32857 | 0,68235 | 0,59794 |
| <b>PAM_II</b> |       | 1       | 0,25352 | 0,33588 | 0,42105 | 0,52273 |
| <b>MAR_I</b>  |       |         | 1       | 0,32    | 0,21053 | 0,26168 |
| <b>MAR_II</b> |       |         |         | 1       | 0,28387 | 0,27545 |
| <b>FRE_I</b>  |       |         |         |         | 1       | 0,55357 |
| <b>FRE_II</b> |       |         |         |         |         | 1       |

Analogamente a quanto riscontrato nel confronto della composizione specifica delle cenosi, anche in questa analisi i valori più alti di somiglianza risultano nel confronto tra villa Pamphili (PAM) e Macchiagrande di Fregene (FRE).

Nello specifico si registra un elevato indice di somiglianza tra tra PAM\_I e FRE\_I (0,682) e tra PAM\_I e FRE\_II (0,597).

I valori più bassi di somiglianza si registrano tra Monte Mario e Villa Pamphili e tra Monte Mario e Fregene, nello specifico tra MAR\_I e PAM\_I (0,250) e tra MAR\_I e FRE\_I (0,210).

In figura 4.2 è rappresentato il dendrogramma di somiglianza ricavato dalla matrice di somiglianza di Bray-Curtis.



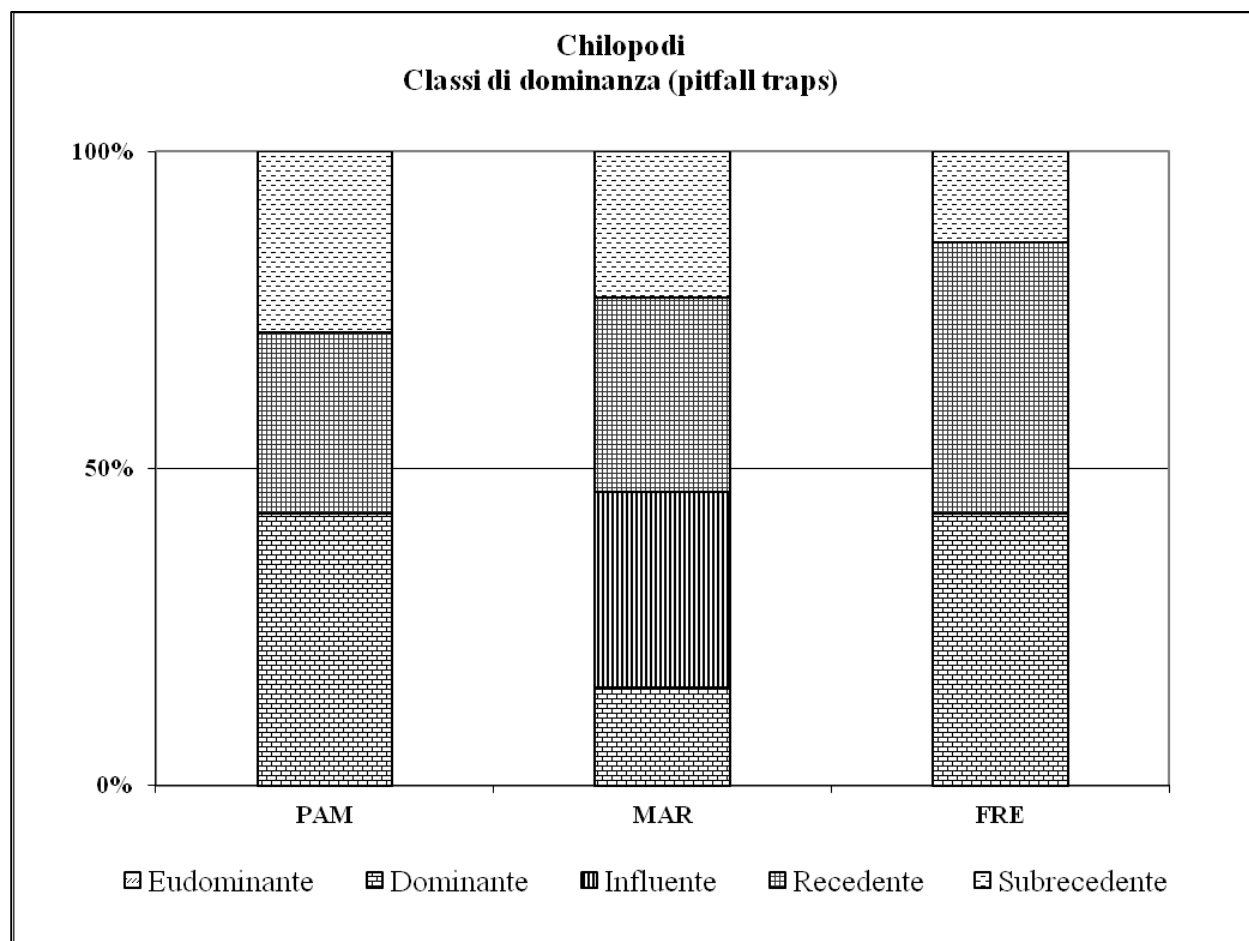
**Fig. 4.2.** Lazio, Roma: Distanza tra le stazioni ottenuta mediante cluster analysis. Trap Stations, PAM\_I e PAM\_II = Lecceta di Villa Pamphili; MAR\_I e MAR\_II = Lecceta di Monte Mario; FRE\_I e FRE\_II = Lecceta di Macchiagrande di Fregene.

Rispetto a quanto si evince dall'analisi della composizione specifica, nell'analisi della distribuzione degli individui risultano ancor più marcate le differenze tra Monte Mario (MAR) da una parte e Villa Pamphili (PAM) e Macchiagrande di Fregene dall'altra (FRE). Il cluster formato da MAR\_I e MAR\_II si distacca precocemente dalle altre trap stations. Le altre quattro stazioni, PAM\_I, PAM\_II, FRE\_I e FRE\_II formano a loro volta un cluster ben distinto all'interno del quale si distacca dalle altre trap stations PAM\_II. Prossime tra loro FRE\_I, FRE\_II e PAM\_I.

Nella figura 4.3 è riportata la ripartizione in classi di dominanza per le tre stazioni.

Risalta la struttura semplificata della stazione PAM, dove sul numero di individui totali rinvenuti (60) è presente una codominanza spinta da parte di tre specie, due forestali e una euriecia (cfr. Tab. 4.1): *E. fasciatus* ( $n = 27$ ;  $Dj = 45\%$ ), *L. castaneus* ( $n = 19$ ;  $Dj = 31,66\%$ ) e più distaccato *Lithobius forficatus* ( $n = 8$ ;  $Dj = 13,33\%$ ). La cenosi è completata dalla presenza di due specie Recedenti tipiche di ambienti aperti, *Lithobius cassinensis* ( $n = 2$ ;  $Dj = 3,33\%$ ) e

*Himantarium gabrielis* (n = 2; Dj = 3,33%), e due specie Subrecedenti, di cui una euriecia *Clinopodes flavidus* (n = 1; Dj = 1,66%) ed una forestale *Cryptops hortensis* (n = 1; Dj = 1,66%).



**Fig. 4.3.** Lazio, Roma. Ripartizione in classi di dominanza. Stazioni: PAM = Villa Pamphili; MAR = Monte Mario; FRE = Macchiagrande di Fregene.

In MAR c'è una situazione notevolmente più complessa rispetto a quella presente in PAM, con un notevole incremento di specie Influenti (4) (30,76%), del tutto assenti nella stazione di Villa Pamphili, e di cui tre forestali (cfr. 4.1), *L. castaneus* (n = 10; Dj = 6,80%), *Cryptops parisi* (n = 10; Dj = 6,80%) e *Stigmatogaster gracilis* (n = 13; Dj = 8,84%). In questa stazione è presente una co - dominanza spinta da parte di due specie silvicole (cfr. 4.1): *Lithobius tylopus* (n = 67; Dj = 45,57%) e più distaccato *E. fasciatus* (n = 16; Dj = 10,88%). A completamento della cenosi sono state rinvenute quattro specie Recedenti (30,76%) e tre specie Subrecedenti (23,07%), tutte euriecie o di ambienti aperti ad eccezione del silvicolo *Schendyla nemorensis* (n = 1; Dj = 0,68%). Pertanto la comunità presente in MAR, oltre ad apparire meglio

equiripartita rispetto a PAM, è caratterizzata da una buona presenza di specie forestali con popolazioni stabili, dato il numero consistente di questi elementi tra le categorie Dominante ed Influyente.

La struttura di ripartizione in classi di dominanza appare particolarmente semplificata in FRE e, analogamente a PAM. Sono presenti tre specie fortemente dominanti sulle altre in termini sia di abbondanza (n), sia di abbondanza – dominanza (Dj), tre specie Recedenti ed una Subrecedente. Gli elementi Dominanti sono *E. fasciatus* (n = 36; Dj = 31,57%), *L. castaneus* (n = 35; Dj = 30,70%) e *L. forficatus* (n = 30; Dj = 26,31%); dai valori di n e Dj si nota immediatamente come il grado di dominanza nella cenosi sia ben equiripartito tra le tre specie. La cenosi è completata dalla Recedenti *L. cassinensis*, (n = 5; Dj = 2,63%), *Henia vesuviana*, euriecia, (n = 3; Dj = 2,63%) e *C. flavidus* (n = 3; Dj = 2,63%) e dalla Subrecedente *C. hortensis* (n = 2; Dj = 1,75%).

In tabella 4.4 sono riportati i valori derivanti dai confronti delle strutture di dominanza delle stazioni con l'indice di Morisita.

**Tab. 4.4.** Lazio, Roma. Somiglianza tra le stazioni in base all'indice di Morisita. Trap Stasions: PAM\_I e PAM\_II = Lecceta di Villa Pamphili; MAR\_I e MAR\_II = Lecceta di Monte Mario; FRE\_I e FRE\_II = Lecceta di Macchiagrande di Fregene.

| Bray Curtis   | PAM_I | PAM_II  | MAR_I   | MAR_II  | FRE_I   | FRE_II  |
|---------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <b>PAM_I</b>  | 1     | 0,69127 | 0,40577 | 0,43813 | 0,75426 | 0,79271 |
| <b>PAM_II</b> |       | 1       | 0,36896 | 0,56379 | 0,5716  | 0,63702 |
| <b>MAR_I</b>  |       |         | 1       | 0,56889 | 0,38217 | 0,45728 |
| <b>MAR_II</b> |       |         |         | 1       | 0,46865 | 0,40385 |
| <b>FRE_I</b>  |       |         |         |         | 1       | 0,67227 |
| <b>FRE_II</b> |       |         |         |         |         | 1       |

Il valore più alto deriva dal confronto PAM – FRE, nello specifico tra PAM\_I e FRE\_I (0,754) e tra PAM\_I e FRE\_II (0,792). Al contrario i confronti che mostrano i valori più bassi sono tra PAM e MAR e tra MAR e FRE, rispettivamente tra PAM\_II e MAR\_I (0,368) e tra MAR\_I e FRE\_I (0,382).

In conclusione, quanto mostrato nell'analisi della composizione specifica e delle abbondanze viene confermato nella struttura di dominanza delle cenosi.

### 4.3 Indici di diversità

Lo studio della della diversità ( $H'$ ) e dell'equiripartizione ( $J'$ ) è sostanziale nelle ricerche ecologiche (citazione bibliografica).

Per ogni trap stations, questi tre parametri sono stati calcolati annualmente, unendo i dati totali delle singole trappole.

In tabella 4.5 sono riportati i valori degli indici, separatamente per ogni trap stations.

**Tab. 4.5.** Lazio, Roma. Indici di diversità ( $H'$ ) e Equiripartizione ( $J'$ ). Trap Stations: PAM\_I e PAM\_II = Lecceta di Villa Pamphili; MAR\_I e MAR\_II = Lecceta di Monte Mario; FRE\_I e FRE\_II = Lecceta di Macchiagrande di Fregene.

|                                           | PAM_I  | PAM_II | MAR_I  | MAR_II | FRE_I  | FRE_II |
|-------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Diversità (<math>H'</math>)</b>        | 1,65   | 1,52   | 2,395  | 2,177  | 1,665  | 1,558  |
| <b>Equiripartizione (<math>J'</math>)</b> | 0,9207 | 0,9444 | 0,9639 | 0,9456 | 0,9294 | 0,9678 |

Per quanto riguarda l'indice di diversità, si riscontrano valori di  $H'$  sensibilmente minori in PAM\_II e FRE\_II rispetto alle altre trap stations (in particolare quelle di Monte Mario, MAR\_I e MAR\_II). Quest ultimo aspetto è sottolineato proprio dalla presenza in PAM e FRE di comunità paucispecifiche con elevato grado di dominanza a carico di una o due specie, in particolare l'eurisilvicolo *Eupolybothrus fasciatus*.

Al contrario, l'indice di equiripartizione ( $J'$ ) mostrano valori moderatamente analoghi in tutte le trap stations, indicativi di cenosi relativamente stabili, nonostante in PAM e FRE mostrino caratteristiche dei stati successionali. I valori più elevati si riscontrano in MAR\_I (0,963) e in FRE\_II (0,967), pertanto l'indice di stabilità delle cenosi sembra seguire un andamento crescente dall'interno dell'area urbana verso l'esterno.

I valori ottenuti dell'indice  $H'$  sono stati confrontati a coppie tramite la tecnica di bootstrapping e per permutazione allo scopo di individuare differenze statisticamente significative. Questi confronti hanno dato in entrambi i casi generalmente esito negativo ad esclusione dei confronti tra PAM\_I e MAR\_I ( $p$  bootstrapping = 0,001;  $p$  permutation = 0,001), PAM\_II e MAR\_I ( $p$  bootstrapping = 0,001;  $p$  permutation = 0,001), MAR\_I e MAR\_II ( $p$  bootstrapping = 0,013;  $p$  permutation = 0,017), MAR\_I e FRE\_I ( $p$  bootstrapping = 0,001;  $p$  permutation = 0,001), MAR\_I e FRE\_II ( $p$  bootstrapping = 0,001;  $p$  permutation = 0,001) e MAR\_II e FRE\_II ( $p$  bootstrapping = 0,001;  $p$  permutation = 0,001).

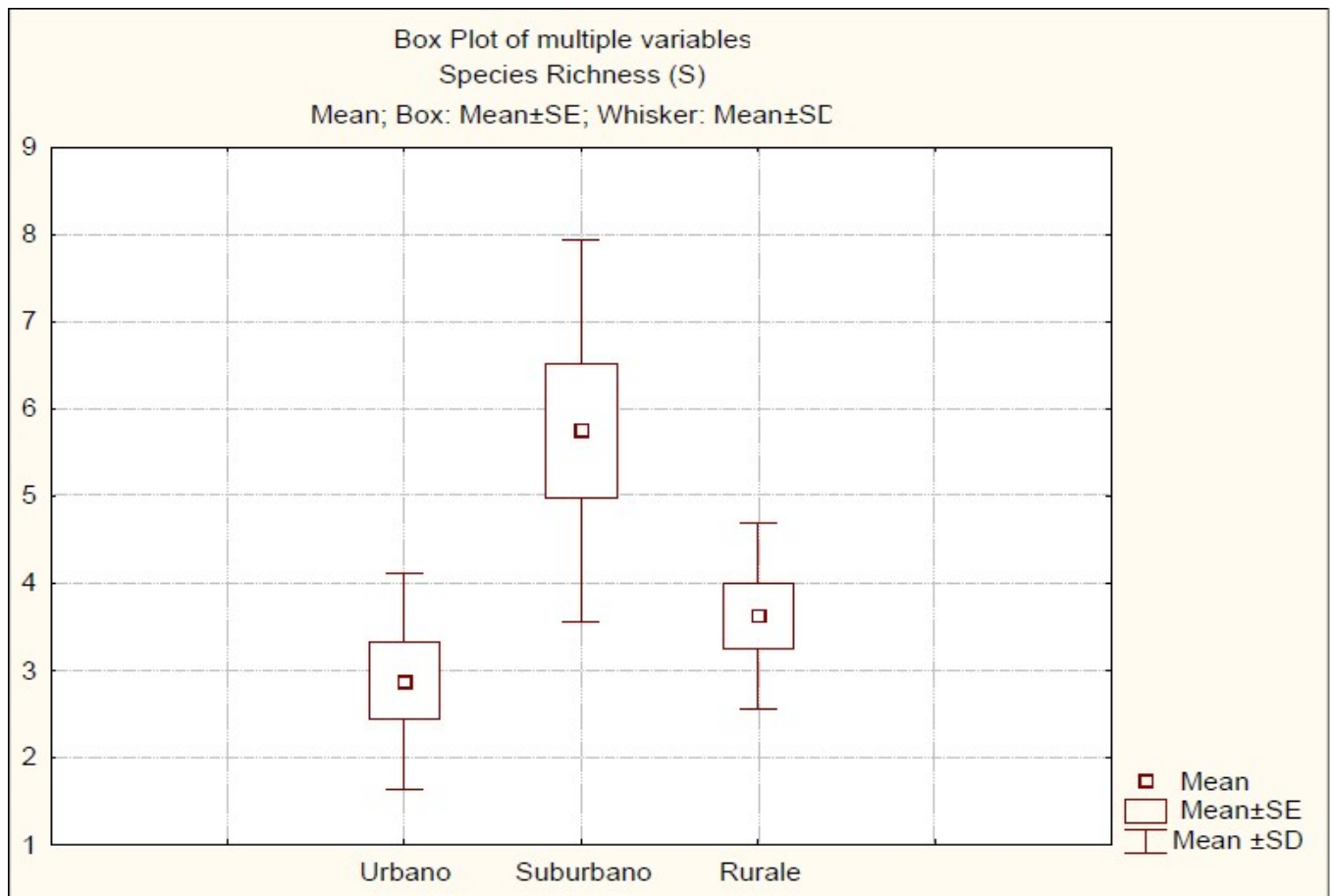
Anche i valori di  $J'$  sono stati confrontati a coppie tramite la tecnica di bootstrapping e per permutazione allo scopo di individuare differenze statisticamente significative. Questi confronti hanno dato in entrambi i casi generalmente esito negativo ad esclusione dei confronti tra PAM\_I e MAR\_I ( $p$  bootstrapping = 0,009;  $p$  permutation = 0,008), MAR\_I e MAR\_II ( $p$  bootstrapping = 0,011;  $p$  permutation = 0,008), MAR\_I e FRE\_I ( $p$  bootstrapping = 0,014;  $p$  permutation = 0,005) e MAR\_I e FRE\_II ( $p$  bootstrapping = 0,009;  $p$  permutation = 0,011).

#### ***4.4 Analisi dei valori medi di $S$ e $n$ dei differenti ecotipi***

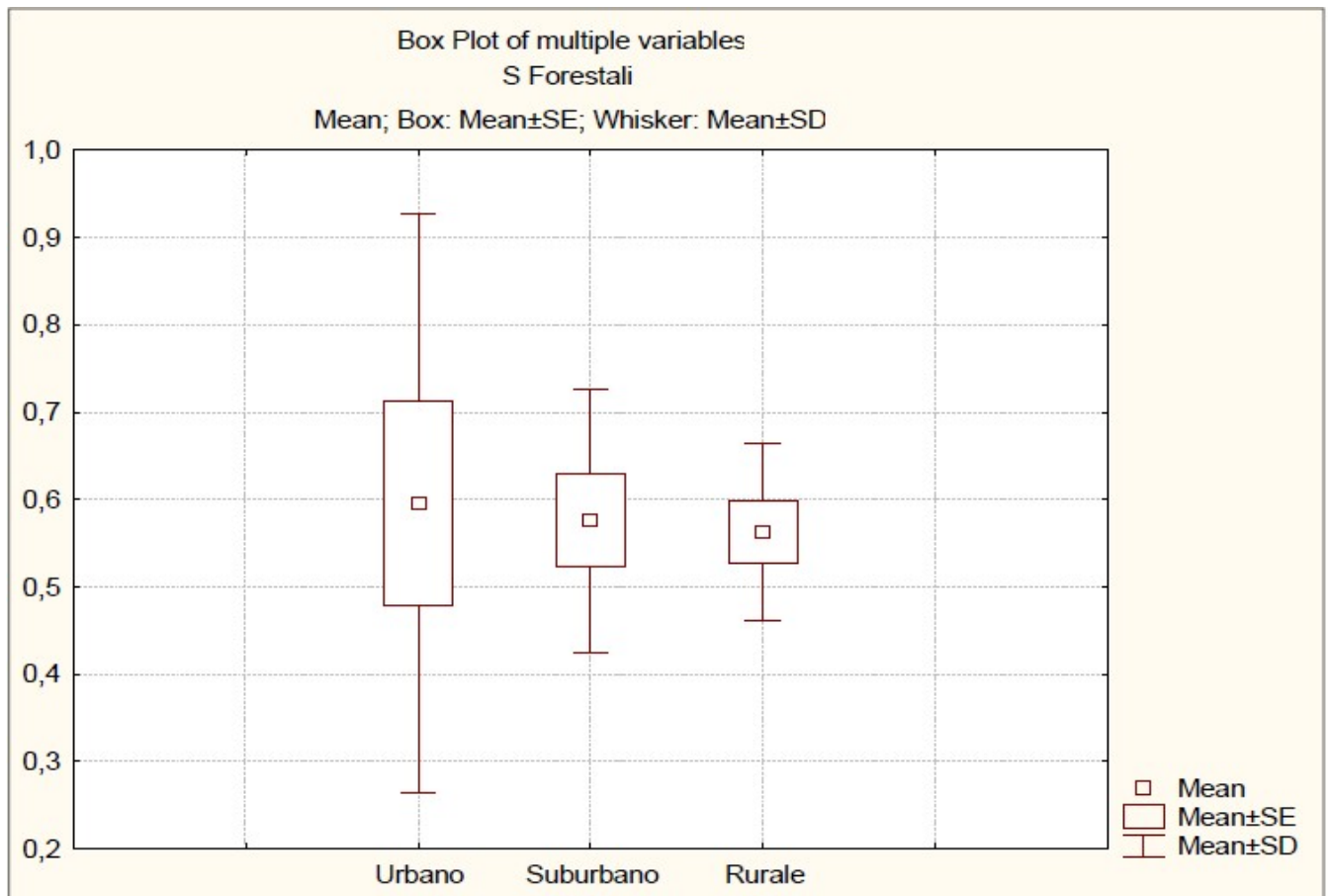
Allo scopo di individuare differenze significative tra le stazioni di campionamento (PAM, MAR e FRE) nel numero totale di specie, nel totale degli individui campionati, nella ratio delle specie dei differenti ecotipi (forestale, di ambienti aperti, euriecia) e nel relativo numero di individui è stata implementata un'analisi della ANOVA annidata utilizzando i dati delle singole pitfall traps. Nei casi in cui l'ANOVA ha rivelato la presenza di differenze statisticamente significative sono state effettuate delle comparazioni multiple tramite il Test di Tukey.

Sia il numero medio di specie per trappola ( $F = 5.0849$ ; d.f. = 2;  $p = 0.0013$ ; Fig. 4.4 ) che la ratio media per trappola delle specie di chilopodi associati agli ambienti aperti ( $F = 9.6855$ ; d.f. = 2;  $p = 0.0013$ ; Fig. 4.6) sono risultati significativamente maggiore nell'area suburbana (MAR) che nelle altre due (PAM, FRE). Una tendenza analoga si è osservata anche nel numero medio per trappola di individui di ambienti aperti ( $F = 5.1205$ ; d.f. = 2;  $p = 0.0173$ ; Fig. 4.10). Un numero medio per trappola di specie euriecie significativamente maggiore è stato campionato nell'area rurale (FRE) in comparazione all'area suburbana (MAR) e urbana (PAM) ( $F = 5.9753$ ; d.f. = 2;  $p = 0.0120$ ; Fig. 4.7). Non si sono osservate differenze statisticamente significative per quanti riguarda sia la ratio media di specie che il numero medio di individui forestali.

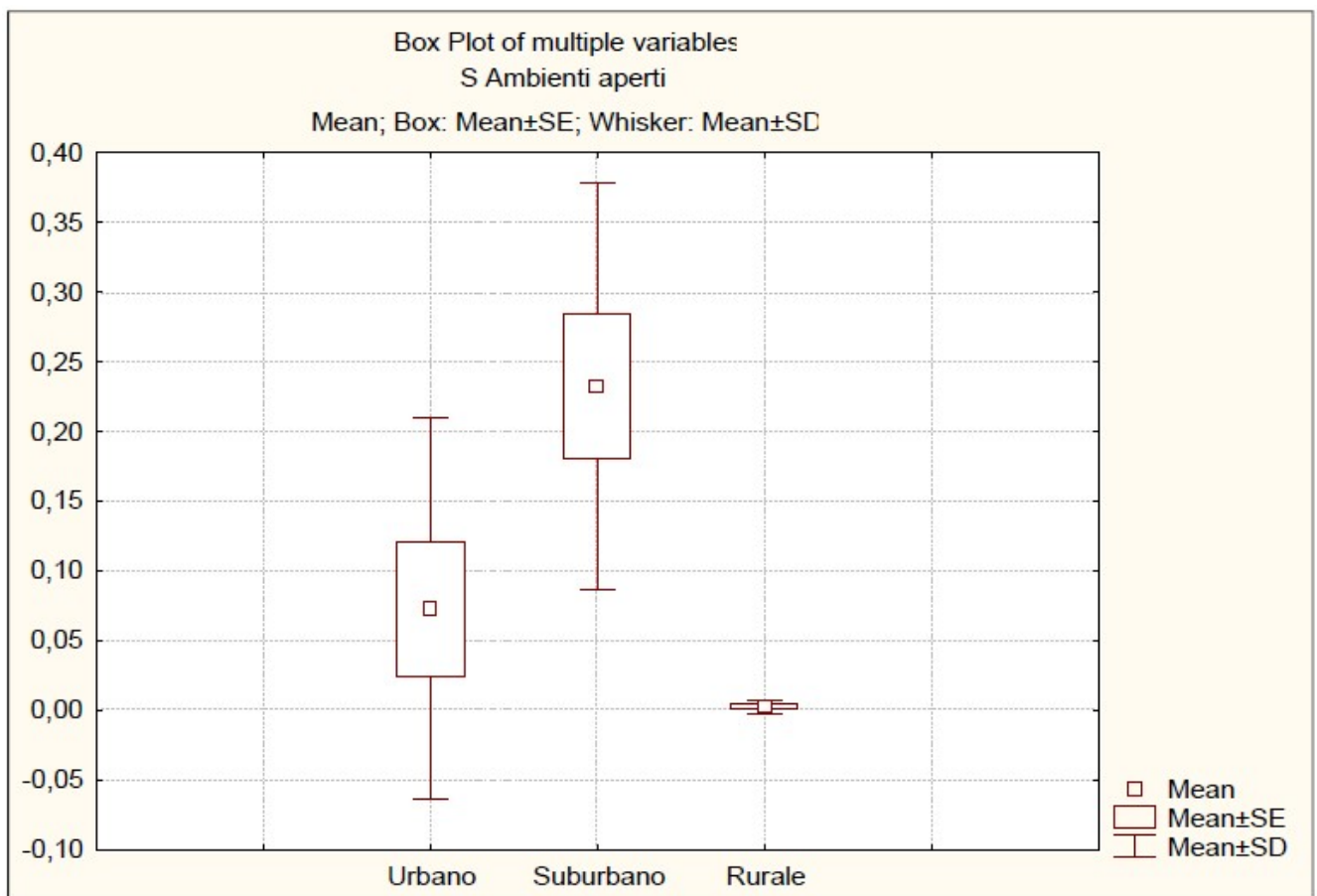
Come detto precedentemente, per individuare la “fonte” da cui deriva la differenza tra le medie individuata con l'ANOVA, è stato eseguito il Test di Tukey. In base a questo test, si è osservato che per quanto concerne il numero totale di specie è presente una differenza significativa tra PAM e MAR ( $p = 0.014$ ) e tra MAR e FRE ( $p = 0.042$ ). Per quanto riguarda la ratio delle specie di ambienti aperti ci sono differenze statisticamente significative tra MAR e FRE ( $p = 0.003$ ); situazione analoga si riscontra tra MAR e FRE per quanto riguarda il numero di individui di ambienti aperti ( $p = 0.003$ ). Si riscontrano inoltre differenze significative in riferimento alla ratio dei chilopodi eurieci tra PAM e FRE ( $p = 0,004$ ) e tra MAR e FRE ( $p = 0,003$ ).



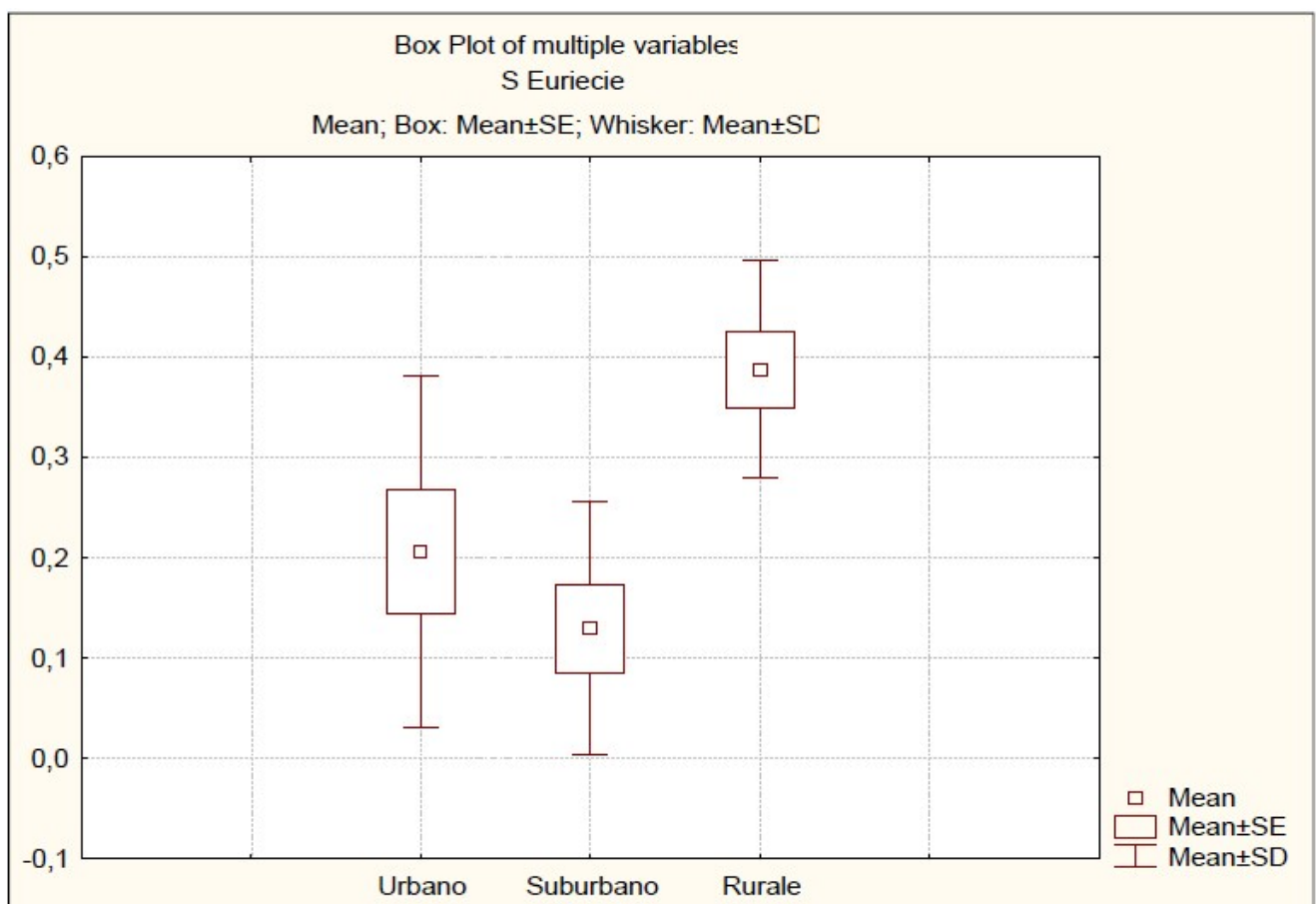
**Fig. 4.4.** Lazio, Roma: Box Whisker numero medio di specie per trappola. Stazioni, Urbano = Villa Pamphili; Suburbano = Monte Mario; Rurale = Macchiagrande di Fregene.



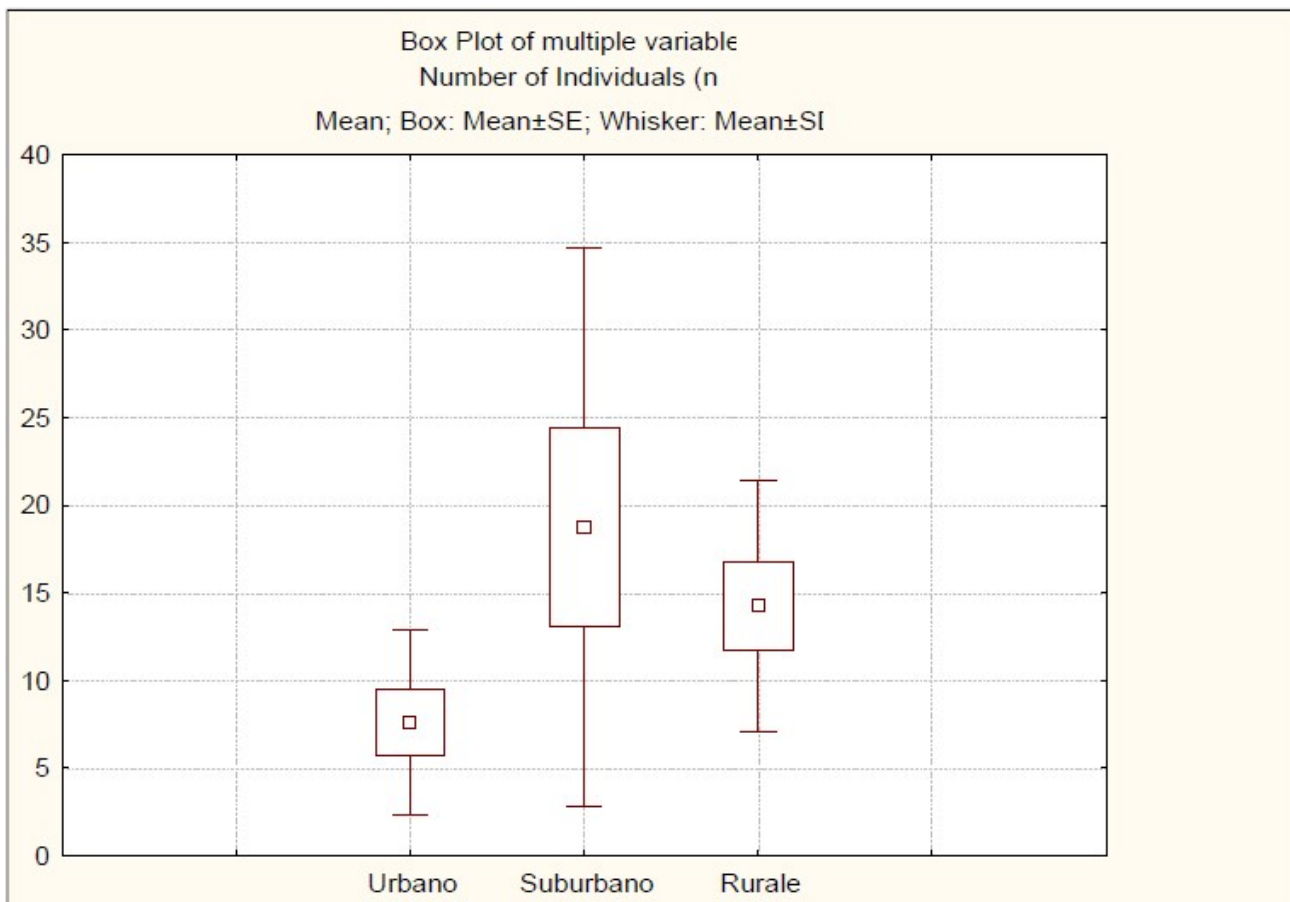
**Fig. 4.5.** Lazio, Roma: Box Whisker ratio media di specie forestali per trappola. Stazioni, Urbano = Villa Pamphili; Suburbano = Monte Mario; Rurale = Macchiagrande di Fregene.



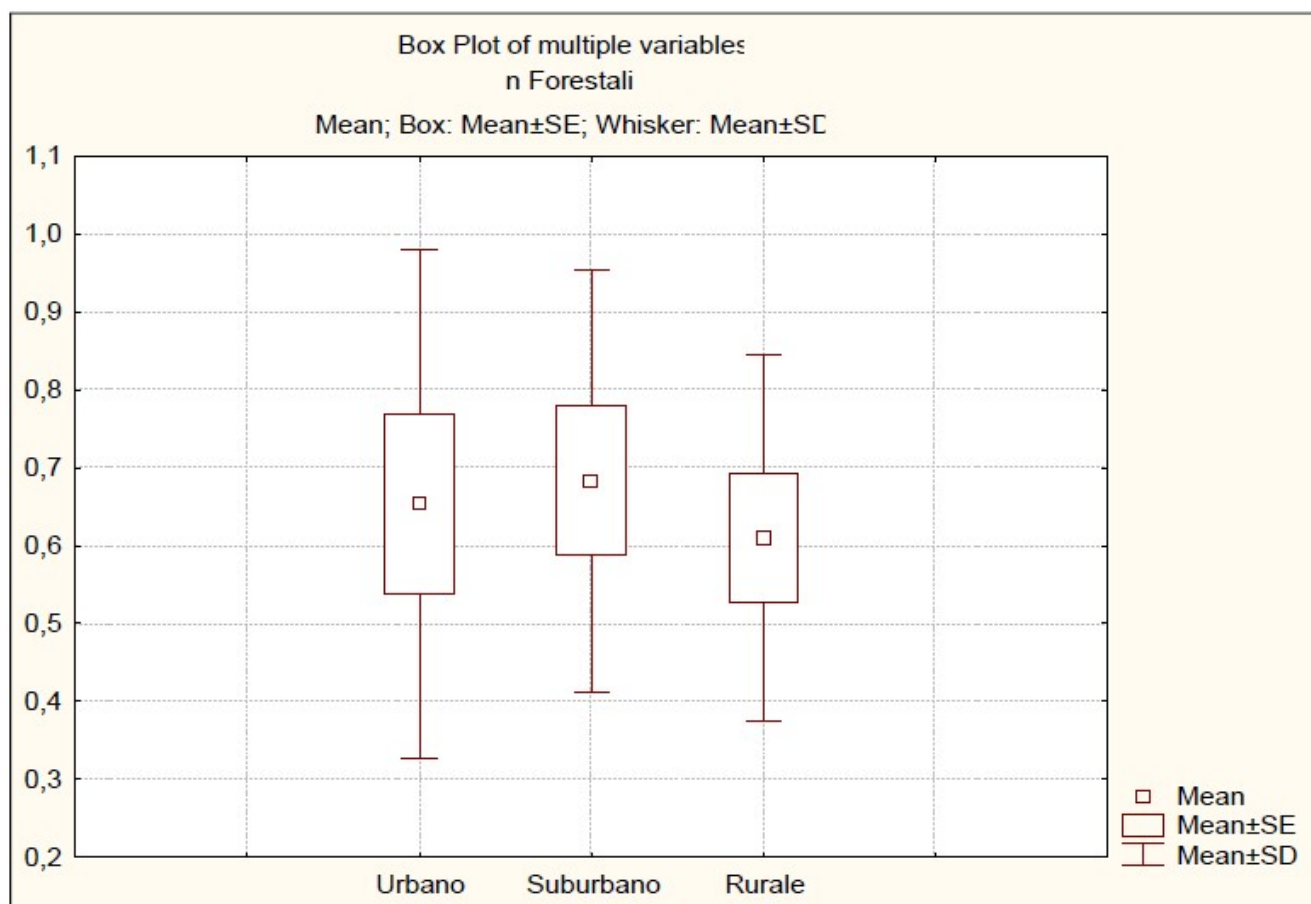
**Fig. 4.6.** Lazio, Roma: Box Whisker ratio media di specie di ambienti aperti per trappola. Stazioni, Urbano = Villa Pamphili; Suburbano = Monte Mario; Rurale = Macchiagrande di Fregene.



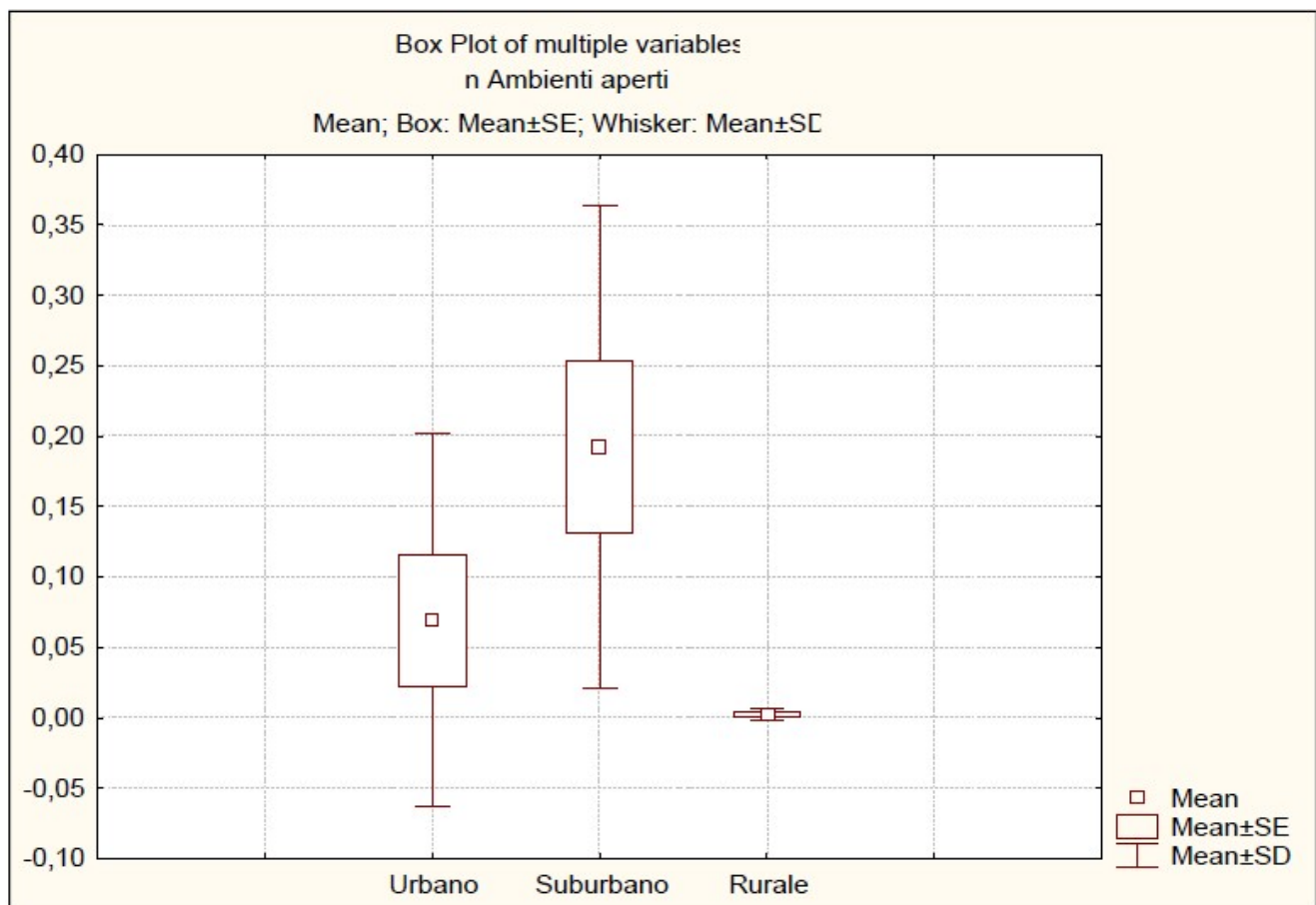
**Fig. 4.7.** Lazio, Roma: Box Whisker ratio media di specie euriecie per trappola. Stazioni, Urbano = Villa Pamphili; Suburbano = Monte Mario; Rurale = Macchiagrande di Fregene.



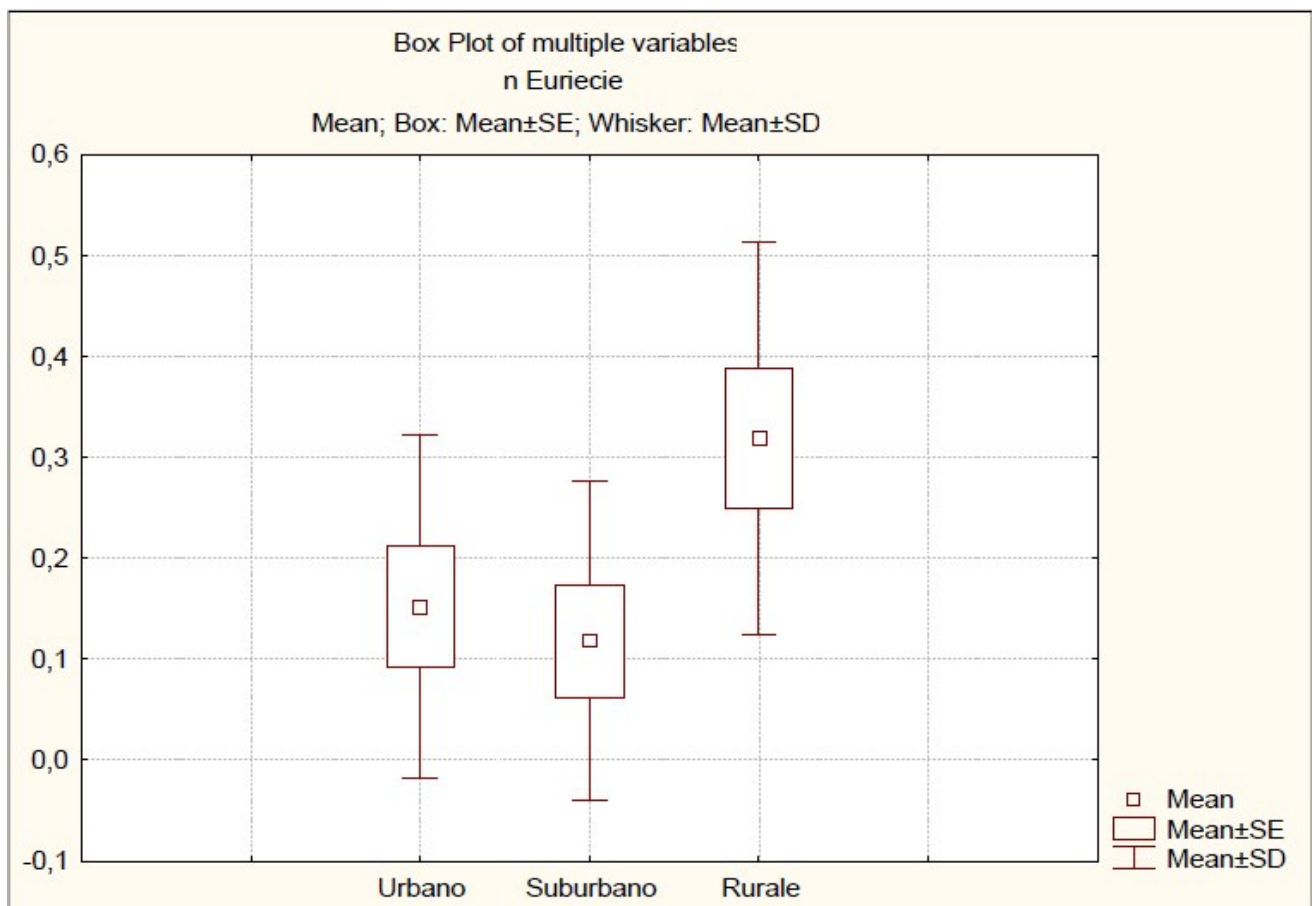
**Fig. 4.8.** Lazio, Roma: Box Whisker numero medio di individui per trappola. Stazioni, Urbano = Villa Pamphili; Suburbano = Monte Mario; Rurale = Macchiagrande di Fregene.



**Fig. 4.9.** Lazio, Roma: Box Whisker ratio media di individui forestali per trappola. Stazioni, Urbano = Villa Pamphili; Suburbano = Monte Mario; Rurale = Macchiagrande di Fregene.



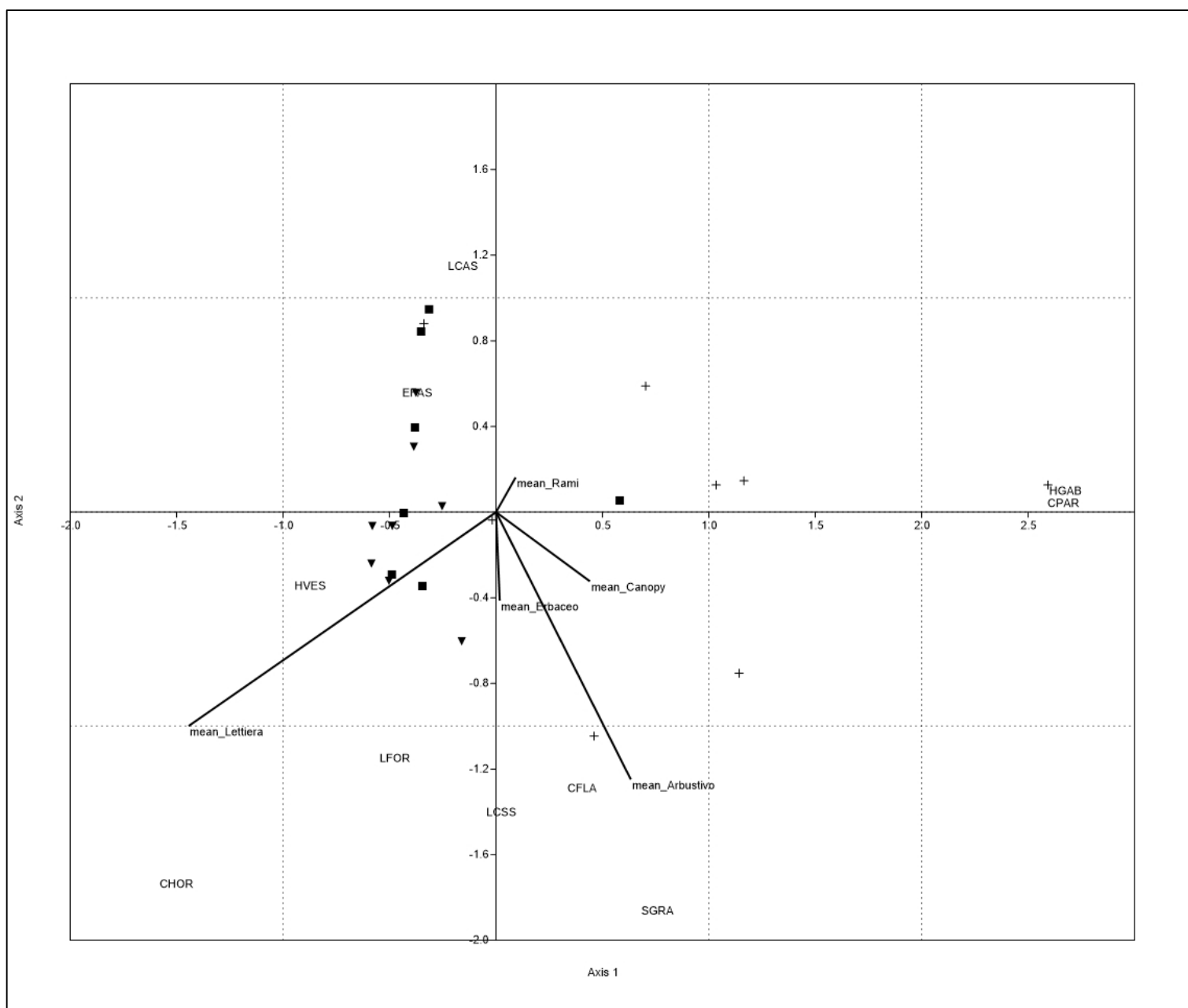
**Fig. 4.10.** Lazio, Roma: Box Whisker ratio media di individui di ambienti aperti per trappola. Stazioni, Urbano = Villa Pamphili; Suburbano = Monte Mario; Rurale = Macchiagrande di Fregene.



**Fig. 4.11.** Lazio, Roma: Box Whisker ratio media di individui euriaci per trappola. Stazioni, Urbano = Villa Pamphili; Suburbano = Monte Mario; Rurale = Macchiagrande di Fregene.

#### 4.5 Effetto delle variabili ambientali e del grado di urbanizzazione sulle singole specie

L'output grafico della Canonical Correspondence Analysis (Fig. 4.12) evidenzia una chiara separazione dei siti di campionamento lungo il gradiente di urbanizzazione sulla base dell'attività di 8 specie di chilopodi frequenti nelle aree di studio.



**Fig. 4.12.** Lazio, Roma. Output Canonical Correspondence Analysis sulla relazione tra le abbondanze di 8 specie frequenti di Chilopodi e differenti variabili ambientali nelle tre stazioni di campionamento. Simboli: quadrato = Villa Pamphili (PAM); croce = Monte Mario (MAR); triangolo rovesciato = Macchiagrande di Fregene (FRE). Per i codici delle specie vedi tabella 4.1.

Analogamente a quanto rinvenuto nelle precedenti analisi, le 8 trappole di Monte Mario (MAR) differiscono nettamente sia da quelle di Villa Pamphili (PAM) sia da quelle di Macchiagrande di Fregene (FRE); al contrario, queste ultime due stazioni di campionamento risultano molto simili tra loro, ad ulteriore conferma di quanto precedentemente evidenziato.

Inoltre, la stazione di Villa Pamphili (PAM) e quella di Macchiagrande di Fregene (FRE) sono caratterizzate da un elevato grado di copertura della lettiera, maggiore in entrambi i casi rispetto a Monte Mario (MAR). Al contrario, la stazione di Monte Mario (MAR) è caratterizzata da un più elevato grado di stratificazione e complessità strutturale rispetto alle altre due; in quest'area infatti si misurano i valori più alti di copertura della canopy, dello strato arbustivo, di quello erbaceo e del numero di grossi rami a terra.

*Eupolybothrus fasciatus*, *Henia vesuviana* e *Lithobius castaneus* risultano associate a PAM e FRE; in particolare *H. vesuviana* risulta più influenzata rispetto alle altre specie dal grado di copertura della lettiera.

Tre specie di chilopodi, *Himantarium gabrielis*, *Cryptops parisi* e *Clinopodes flavidus* mostrano un elevato grado di affinità con l'area maggiormente complessa dal punto di vista strutturale, la stazione di Monte Mario (MAR); in questa stazione di campionamento *C. flavidus* risulta rispetto alle altre specie maggiormente influenzata dal grado di copertura dello strato arbustivo.

Infine per tre specie, *Lithobius forficatus*, *Cryptops hortensis* e *Strigamia crassipes* non si evidenzia né un elevato grado di associazione con alcuna delle tre stazioni di campionamento, né l'influenza delle variabili strutturali sulle rispettive attività.

## 5. DISCUSSIONI E CONCLUSIONI

Le tre tassocenosi indagate si differenziano l'una dall'altra per quanto riguarda gli aspetti strutturali delle comunità biotiche. In particolare, la stazione di campionamento intermedia lungo il gradiente di urbanizzazione, la lecceta di Monte Mario (MAR), rispetto alle leccete di Villa Pamphili (PAM) e Fregene (FRE) è caratterizzata da una maggiore complessità per quanto riguarda la composizione specifica della cenosi a Chilopodi rinvenuta, contando il maggior numero di specie, una componente endogea di comunità particolarmente diversificata e una percentuale di specie forestali consistente; tali caratteristiche di comunità sono probabilmente legate alle condizioni strutturali moderatamente complesse della lecceta di Monte Mario (MAR) e alla sua vicinanza ad altre probabili aree "source", data l'elevata percentuale di matrice forestale circostante il frammento in esame (Fig. 3.2).

Al contrario, la presenza di comunità paucispecifiche e con un elevato grado di elementi eurieci e di ambienti aperti sia in PAM che in FRE è probabilmente dovuta alla non notevole complessità strutturale dei due frammenti forestali e al grado di isolamento degli stesso da altri frammenti boschivi (Figg. 3.1 e 3.3).

Inoltre, si nota che l'assenza di componente edafica tra i chilopodi sia di Villa Pamphili (PAM) sia di Macchiagrande di Fregene (FRE) determina un grado di somiglianza tra i due ambienti piuttosto elevato, come evidenziato dall'analisi di Jaccard, distinguendoli notevolmente da Monte Mario (MAR). Ciò è probabilmente correlato ai motivi sopra citati.

Per quanto riguarda l'analisi delle abbondanze, i dati ottenuti indicano una maggior attività dei chilopodi in MAR dovuta, verosimilmente, alla presenza di una consistente popolazione di *Lithobius tylopus*, endemita appenninico, legato ad ambienti forestali piuttosto stabili (cfr. 4.1). Nelle stazioni di Villa Pamphili (PAM) e Macchiagrande di Fregene (FRE) risulta invece particolarmente attivo *Eupolybotrhus fasciatus* (PAM, n = 27, FRE = 36); da notare che *E. fasciatus* è una specie silvicola (cfr. 4.1) in grado di colonizzare facilmente anche ambienti forestali particolarmente degradati e/o in fase successionale (Trucchi et al., 2009), ad indicare probabilmente il grado minore di stabilità di questi ultimi due ambienti rispetto a Monte Mario.

Quanto precedentemente detto, viene confermato dall'analisi delle classi di dominanza e degli indici di diversità e equiripartizione; i test effettuati sui valori di abbondanza per specie indicano che le cenosi presenti a Villa Pamphili (PAM) e Fregene (FRE) si trovano attualmente in una condizione di minor complessità e stabilità rispetto a Monte Mario, confermando ulteriormente le caratteristiche di comunità tipiche di stadi successionali o soggetti a disturbo. L'elevato grado di isolamento dei due frammenti boschivi e la matrice agricola, o di ambienti aperti in generale, circostante potrebbero avere effetti sui movimenti dispersivi di individui dall'ambiente esterno verso i frammenti stessi, rallentando i processi di ricolonizzazione delle cenosi presenti in PAM e FRE.

Sulla base dei dati ricavati è inoltre stato possibile valutare quale tra le ipotesi teorizzate in precedenza relative alla distribuzione della biodiversità in ambienti urbani può spiegare la struttura delle cenosi a Chilopodi campionate. I dati ottenuti relativamente alla complessità specifica e agli indici di diversità, maggiori nell'ambiente intermedio (MAR) lungo il gradiente di urbanizzazione potrebbero parzialmente confermare l'**Intermediate Disturbance Hypothesis**, per la quale la diversità raggiunge i valori più elevati nelle zone sottoposte a disturbo intermedio. Parzialmente confermato anche l'**Increasing Disturbance Hypothesis**, per

la quale la diversità diminuisce gradualmente all'aumentare del disturbo; nel caso specifico del presente studio probabilmente sia verso il centro della città che verso l'esterno.

Al contrario, l'analisi ANOVA sulle specie forestali non ha individuato differenze statisticamente significative, pertanto non è stata confermata l'**Habitat Specialist Hypothesis**, per la quale i valori di ricchezza specifica delle specie forestali specialiste diminuiscono all'aumentare del disturbo;

L'**Opportunistic Species Hypothesis**, per la quale il disturbo crescente comporta nelle cenosi una diminuzione dei valori di dominanza delle singole specie forestali e un aumento dei valori relativi a specie generaliste e di ambienti aperti, può essere parzialmente convalidata, dato il numero maggiore di specie euriecie rinvenute in PAM e FRE rispetto a MAR e l'output statisticamente significativo dell'ANOVA sulla ratio delle stesse specie generaliste.

Il fenomeno dell'urbanizzazione determina generalmente modelli di paesaggio simili in tutto il mondo; le città sono pertanto caratterizzate da un nucleo urbano densamente popolato e altamente disturbato, una fascia suburbana meno disturbata e una zona rurale caratterizzata da regimi minimi di disturbo. Questo pattern ha determinato una distribuzione della biodiversità analoga in molte realtà urbane, dove generalmente si assiste a un incremento della ricchezza specifica e dell'abbondanza di individui dai centri urbani agli ambienti rurali. In questo quadro, gli elementi forestali tendono ad essere più comuni nelle zone suburbane e rurali, mentre le specie di ambienti aperti e euriecie predominano negli ambienti suburbani e nel nucleo urbano (Niemelä e Kotze, 2009).

Dai risultati ottenuti la distribuzione delle comunità di Chilopodi delle aree campionate sembra di conseguenza discostarsi dai modelli sopra citati, con una prevalenza di specie e maggiore biodiversità nell'area intermedia di Monte Mario. Risultati simili per l'area di Roma sono stati ottenuti su altri taxa, sia di Artropodi che di Vertebrati. In questi studi è stata spesso messa in risalto l'importanza dal punto di vista conservazionistico delle aree verdi residue all'interno di Roma. Vignoli (2009), ad esempio, ha evidenziato che la presenza di ville storiche e aree verdi residue influenza la distribuzione delle comunità ornitiche nidificanti, la composizione e la ricchezza specifica delle stesse, dimostrando che per la realtà di Roma è possibile conservare una elevata diversità di uccelli anche nelle zone interne della città.

Per quanto concerne gli Artropodi, studi condotti da Carpaneto et al. (2010) hanno dimostrato che ad oggi alcune specie di rari scarabeidi coprofagi risultano confinati nelle aree semi naturali, nelle ville storiche e nei centri urbanizzati di Roma. Alcune specie, come ad esempio *Oryctes nasicornis* o *Osmoderma eremita*, elementi saproxilici forestali, nell'area di Roma risultano tuttora presenti, nonostante si trovino al di fuori delle tipiche associazioni

vegetazionali naturali che li ospitano, nelle aree verdi nelle ville storiche, ma sono in via di estinzione a causa della gestione del verde urbano, come ad esempio la rimozione degli alberi morti.

Fattorini (2011a) per quanto riguarda i Colettori Tenebrionidi ha evidenziato il ruolo fondamentale delle aree verdi residue di Roma per la conservazione di specie rare, come ad esempio *Asida Luigionii* e *Akis Italica*.

I dati relativi ai Chilopodi di Monte Mario possono essere confrontati con quelli relativi ai Carabidi della stessa area ottenuti da ricerche condotte in anni precedenti (Vigna Taglianti et al., 1999). In entrambi i casi viene confermato l'alto valore conservazionistico di quest'area suburbana. Infatti, per quanto riguarda i Coleotteri Carabidi, il numero di specie rinvenute nella Riserva Naturale di Monte Mario risultano in un numero particolarmente elevato (53) rispetto ad altre aree verdi di Roma e dintorni. Vigna Taglianti et al. (1999) giustificano questa spiccata diversità di specie per la presenza di una elevata eterogeneità ambientale e strutturale nell'area di Monte Mario. Tra gli ambienti maggiormente diversificati e di maggior interesse conservazionistico vengono menzionate le zone umide del settore Borghetto Farneto e le leccete termofile, tra cui il frammento oggetto della presente ricerca, che ospitano comunità silvicole, termofile o termo-mesofile, analogamente a quanto rinvenuto per i Chilopodi.

E' evidente il ruolo della eterogeneità strutturale insita nel frammento, non solo la sua posizione nella matrice urbana, nel determinare la distribuzione della biodiversità, e questo è stato quantificato statisticamente nel presente lavoro. Monte Mario, caratterizzata da un più elevato grado di stratificazione e complessità strutturale rispetto alle altre due (in quest'area infatti si misurano i valori più alti di copertura della canopy, dello strato arbustivo, di quello erbaceo e del numero di grossi rami a terra) è come già evidenziato precedentemente la stazione con il maggior numero di specie tra cui in particolari, alcune specie di geofilomorfi e criptopidi particolarmente influenzati da tale diversità strutturale e completamente mancanti nelle cenosi rinvenute a Villa Pamphili e Fregene.

In conclusione dal punto di vista conservazionistico, anche per i chilopodi e come suggerito da Fattorini (2011a,b; 2014) per altri gruppi tassonomici di Artropodi i programmi di gestione della biodiversità nell'area di Roma dovrebbero essere mirati alla identificazioni e conservazione di siti che forniscono benefici agli elementi più sensibili (in particolare gli elementi forestali) piuttosto che proteggere il maggior numero di aree possibili. Nel caso specifico di Roma questo sembra essere particolarmente valido per le aree rilette all'interno di Roma piuttosto che per i frammenti forestali intorno all'area urbana.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Adis, J., 1979. Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall traps. *Zoologischer Anzeiger*, 202: 177–184.
- Alaruikka D., Kotze D.J., Matveinen K., Niemelä J., 2002. Carabid beetle and spider assemblages along a forested urban–rural gradient in southern Finland. *Journal of Insect Conservation*, 6: 195–206.
- Almagià R., 1976. Lazio. Le Regioni di Italia. UTET, Torino. Vol. 11: 757 pp.
- Amori G., Battisti C., De Felici S., 2009. I mammiferi della Provincia di Roma. Dallo stato delle conoscenze alle strategie di gestione e conservazione. Provincia di Roma, Assessorato alle politiche agricole e dell’ambiente, Stilgrafica, Roma. 347 pp.
- André H.M., Noti M.I., Lebrun P., 1994. The soil fauna: the other last biotic frontier. *Biodiversity and Conservation*, 3: 45–56.
- André H.M., Ducarme X., Lebrun P., 2002. Soil biodiversity: Myth, reality or conning? *Oikos*, 96: 3–24.
- Anonimo, 1965. Attività Sociali 1965. *Bollettino dell’Associazione Romana di Entomologia*, 20: II–III.
- Anonimo, 1967. Attività Sociali 1967. *Bollettino dell’Associazione Romana di Entomologia*, 22: II–III.
- Anonimo, 1969. Attività Sociali 1969. *Bollettino dell’Associazione Romana di Entomologia*, 24: 109.
- Antvogel, H., Bonn, A., 2001. Environmental parameters and microspatial distribution of insects: a case study of carabids in an alluvial forest. *Ecography* 24: 470–482.
- Anzalone B., 1951. Flora e vegetazione dei muri di Roma. *Annali di Botanica*, 23: 393–497.

- Anzalone B., 1953. Residui di vegetazione spontanea in Roma. Monte Mario e i Monti della Farnesina. *Annali di Botanica*, 24: 1–29.
- Anzalone B., 1986. La flora vascolare spontanea delle rive del Tevere e suoi affluenti entro Roma. *Annali di Botanica (Roma), Studi sul Territorio*, 44(Suppl 4): 1–46.
- Ardito F., Moraschini C., 2001. Il Parco di Monte Mario. Coop. La Montagna e Palombi Editori, Roma. 64 pp.
- Armengol J., Abelló P., Alcaraz M., Alonso M., Andrei P., Barrientos J.A., Blas M., Castelló J., Durfor M., Iturrondobeitia J.C., Macpherson E., Mas i Moliné A., Munilla T., Ramala M., Ribera C., Sanz M.C., Sardà F., Serra A., Sió T., Vicente C., 1986. Artròpodes (I). *História Natural dels Països Catalans*, 9. Enciclopèdia Catalana, S. A., Barcelona. 437 pp.
- Arnoldus-Huyzendveld A., Corazza A., De Rita D., Zarlenga F., 1997. Il paesaggio geologico ed i geotopi della campagna romana. Quaderni dell'Ambiente n. 5. Comune di Roma, Dipartimento Politiche della Qualità Ambientale. ENEA, Dipartimento Ambiente. Fratelli Palombi Editori, Roma. 62 pp.
- Baini F., Pitzalis M., Taiti S., Taglianti A.V., Zapparoli M., Bologna M.A., 2012. Effects of reforestation with *Quercus* species on selected arthropod assemblages (Isopoda Oniscidea, Chilopoda, Coleoptera Carabidae) in a Mediterranean area. *Forest Ecology and Management*, 286: 183–191.
- Baini F., Bologna M.A., Pitzalis M., Taiti S., Taglianti A.V., Zapparoli, M. 2014. Assessing patterns of co-occurrence and nestedness of arthropod assemblages in an artificial–natural Mediterranean forest mosaic (Isopoda Oniscidea, Coleoptera Carabidae). *Rendiconti Lincei Scienze Fisiche e Naturali*: 1–14.
- Baldassari N., 1992. Un insetto del Nuovo Mondo sta invadendo gli ambienti agrari e urbani della Romagna. *Disinfestazione* 9: 5–10.

- Baker S.C., Barmuta L.A., 2006. Evaluating spatial autocorrelation and depletion in pitfall-trap studies of environmental gradients. *Journal of Insect Conservation*, 10: 269–276.
- Barber A.D., 2008. Key to the identification of British centipedes. Field Studies Council Occasional Publications 130 (AIDGAP), Shrewsbury. 95 pp.
- Barbour D.A., 1986. Why are there so few butterflies in Liverpool? An answer. *Antenna*, 10: 72–75.
- Barndt D., 1982. Die Laufkäferfauna von Berlin (West); mit Kennzeichnung und Auswertung der verschollen und gefährdeten Arten (Rote Liste, 2. Fassung). *Landschaftsentwicklung und Umweltforschung*, 11: 233–265.
- Battisti C., 2004. Frammentazione ambientale, connettività, reti ecologiche. Un contributo teorico e metodologico con particolare riferimento alla fauna selvatica. Provincia di Roma, Assessorato alle Politiche agricole e Protezione civile, Roma. 248 pp.
- Benocci C., 1990. Il Parco di Villa Doria Pamphilj, Roma, Fratelli Palombi Editori, Roma. 32 pp.
- Benocci C., 2005. Villa Doria Pamphilj, Roma, Archivio Storico Culturale del Municipio Roma XVI, Roma. 78 pp.
- Blasi C., 1984. *Quercus cerris* and *Quercus frainetto* woods in Latium (Central Italy). *Annali di Botanica*, 42: 7–19.
- Blasi C., 1994. Fitoclimatologia del Lazio. *Fitosociologia*, 37: 153–168.
- Bogyó D., Magura T., Simon E., Tóthmérész B., 2015. Millipede (Diplopoda) assemblages alter drastically by urbanisation. *Landscape and Urban Planning*, 133: 118–126.
- Bologna M.A., Cignini B., Zapparoli M., 1996. La componente faunistica nella progettazione ambientale della città. Atti Terzo Seminario IAED “Progettazione ambientale nelle aree urbane”, 1 dicembre 1995, Roma, 30–39.

- Bologna M.A., Capula M., Carpaneto G.M., 2000. Anfibi e Rettili del Lazio. Fratelli Palombi Editori, Roma. 159 pp.
- Bologna M.A., Capula M., Carpaneto G.M., Cignini B., Marangoni C., Venchi A., Zapparoli M., 2003. Anfibi e Rettili a Roma, Atlante e guida delle specie presenti in città. Comune di Roma, Assessorato all'Ambiente, Assessorato alla Cultura, Stilgrafica, Roma. 112 pp.
- Brandmayr P., Zetto T., Pizzolotto R., 2005. I Coleotteri Carabidi per la valutazione ambientale e la conservazione della biodiversità. Manuale operativo. APAT, Manuali e Linee Guida, 34/2005. 240 pp.
- Brignoli P.M., 1966. Le società eterotipiche degli Araneidi. Rendiconti dell'Accademia nazionale dei Lincei, Roma, 4: 1–28.
- Brignoli P.M., 1982. Ragni cavernicoli italiani. Lavori della Società italiana di Biogeografia, (n.s.) (1978) 7: 57–92.
- Brölemann H.W., 1930. Eléments d'une faune des myriapodes de France. Chilopodes. Faune de France, 25. Lechevalier, Paris. 405 pp.
- Burton J.F., 1982. Survey of the Saltatoria of the Bristol area and North Somerset. Entomologist's record and journal of variation, 94: 11–15.
- Camoni I., 1989. Aspetti sanitari relativi all'applicazione dei disinfestanti chimici. In: Domenichini, G.A. Crovetto (eds.), Entomologia urbana e sanità ambientale. UTET, Torino, 214–223.
- Carpaneto G.M., Piattella E., 1990. Competizione interspecifica e andamento stagionale di una comunità coprofaga in un'area verde urbana di Roma (Coleoptera, Scarabeoidea). Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia, 44: 67–79.

- Carpaneto G.M., Mazziotta A., Piattella E., 2005. Changes in food resources and conservation of scarab beetles: from sheep to dog dung in a green urban area of Rome (Coleoptera, Scarabaeoidea). *Biological Conservation*, 123: 547–556.
- Carpaneto G.M., Mazziotta A., Coletti G., Luiselli L., Audisio P., 2010. Conflict between insect conservation and public safety: the case study of a saproxylic beetle (*Osmoderma eremita*) in urban parks. *Journal of Insect Conservation*, 14: 555–565.
- Caruso T., Migliorini M., Rota E., Bargagli R., 2016. Highly diverse urban soil communities: Does stochasticity play a major role?. *Applied Soil Ecology*, in press.
- Casagrande D., Manzone F., 1890. Contributo alla Fauna entomologica italiana. Lepidotteri della Provincia di Roma. *Lo Spallanzani*, 28: 274–306.
- Castellani O., 1936. Contributo alla conoscenza della fauna entomologica del Lazio. Odonata. *Bollettino della Società Entomologica Italiana*, 68: 34–40.
- Castellani O., 1937a. Contributo alla conoscenza della fauna entomologica del Lazio. Hymenoptera-Formicidae. *Bollettino della Società Veneta di Storia Naturale* 1: 179–183.
- Castellani O., 1937b. Contributo alla conoscenza della fauna entomologica del Lazio. Hymenoptera - Fam. Vespidae. *Bollettino della Società Entomologica Italiana*, 69: 114–117.
- Castellani O., 1937c. Contributo alla conoscenza della fauna entomologica del Lazio. Fragmenta Faunistica, 4: 49–52.
- Castellani O., 1937d. Contributo alla conoscenza della fauna entomologica del Lazio. Hymenoptera-Chalcididae. *Bollettino della Società Veneta di Storia Naturale*, 1: 207–209.
- Castellani O., 1940. Contributo alla conoscenza della fauna entologica del Lazio. Hymenoptera (Fam. Scoliidae - Tiphiidae - Mutillidae). *Bollettino della Società Entomologica Italiana*, 72: 89–91.

- Castellani O., 1950. Quarto contributo alla conoscenza della fauna odontologica d'Italia e nota su un'importante cattura in Sardegna. *Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia*, 5: 21–27.
- Castellani O., 1951. Contributo alla conoscenza della fauna emitterologica d'Italia. *Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia*, 7: 15–16.
- Castellani O., 1953. Sesto contributo alla fauna odontologica d'Italia (1951–1953). *Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia*, 8: 39–41.
- Castellani O., 1957. Contributo alla conoscenza della fauna entomologica d'Italia. Neuroptera (1). *Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia*, 11–12: 9–14.
- Cecconi C., Cignini B., 1995. Il Parco Urbano del Pineto. In: Cignini B., G. Massari, S. Pignatti (eds.), *L'ecosistema Roma, ambiente e territorio, conoscenze attuali e prospettive per il Duemila*. Fratelli Palombi Editori, Roma, 257–264.
- Celesti Grapow L., 1995. Atlante della flora di Roma. La distribuzione delle piante spontanee come indicatore ambientale. Comune di Roma, Ufficio Tutela Ambiente. Argos edizioni, Roma. 222 pp.
- Celesti Grapow L., Fanelli G., 1991. Ecological study on flora and vegetation of the Aurelio area in Rome. Bonnes M. (ed.) *MaB Italia Project 11: urban ecology applied to the city of Rome*, progress report n° 4: 105–124.
- Celesti Grapow L., Fanelli G., 1993. The vanishing landscape of the Campagna Romana. *Landscape and urban planning*, 24: 69–76.
- Celesti Grapow L., Nazzaro G., 1993. Assetto urbanistico e successione nell'ambiente urbano. *Atti Societa Italiana di Ecologia*, 15: 249–260.
- Celli A., 1910. La malaria secondo le nuove ricerche eziologiche, epidemiologiche, profilattiche ad uso dei medici, ingegneri, agricoltori, amministratori. Unione Tipografio Editrice, Torino. 384 pp.

- Cencini C., 1993. Lo sviluppo urbano: dalle origini alle megalopolis. In: Cencini, C., M.L. Dindo (eds.), *Ecologia in città, alla scoperta dell'ambiente urbano*. Unione Bolognese Naturalisti, Lo Scarabeo, Bologna, 257–277.
- Ciampi P., 1905. Specie di Coleotteri Romani non citati come tali od omessi nel nuovo Catalogo Bertolini. *Bollettino della Società zoologica italiana*, (2) 6: 231–246.
- Cignini B., Zapparoli M., (eds.) 1996. *Atlante degli uccelli nidificanti a Roma*. Fratelli Palombi Editori, Roma. 126 pp.
- Cignini B., Ielardi G., 2009. *Guide ai servizi delle aree naturali protette del Lazio*. Riserva Naturale Statale del Litorale Romano, Comune di Roma, Edigraf, Roma, 96 pp.
- Cignini B., D'Angelo F., Vespasiani P., Di Majo F., 2009. *Guide ai servizi delle aree naturali protette del Lazio*. Ente Regionale Roma Natura, Comune di Roma, Edigraf, Roma, 164 pp.
- Colacino M., Lavagnini A., 1980. Elementi di climatologia della bassa Valle del Tevere. IFA Tech. Rep. no. 14, Istituto di Fisica dell'Atmosfera CNR–Rome, Roma. 113 pp.
- Colacino M., Lavagnini A., 1982. Evidence of the urban heat Island in Rome by climatological analyses. *Archives for meteorology, geophysics, and bioclimatology, Series B*, 31: 87–97.
- Colonnelli E., 1974. Osservazioni sulla distribuzione e sulla sistematica di alcune specie di Curculionidi (Coleoptera Curculionidae). *Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia*, 29: 55–63.
- Colonnelli E., 1980. Revisione del genere *Acallocrates* Reitter (Coleoptera Curculionidae). *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali Museo civico di Storia Naturale di Milano*, 121: 3–16.
- Connell J.H., 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199: 1302–1310.

- Converio F., Granelli A., Urbani A., Villani M.G., 2007. Scopri la Riserva Naturale Statale "Litorale Romano": guida ai luoghi di interesse naturalistico, storico ed archeologico. Comune di Roma, Assessorato alle Politiche Ambientali e Agricole, Roma. 35 pp.
- Covassi M., 1985. Piante minacciate nella città e loro destino. In: AA.VV., Entomologia urbana per la qualità della vita. Atti I Convegno dell'Accademia Nazionale di Entomologia, 17–18 maggio 1984 Milano, 41–64.
- Cresta S., Fattori C., Mancinella D., Basilici S., 2005. La geodiversità del Lazio. Geositi e geoconservazione nel sistema delle aree protette, Collana verde dei Parchi, serie tecnica n. 5, Edizioni ARP, Roma. 202 pp.
- Crosskey R.W., 1985. The blackfly fauna of the London area (Diptera, Simuliidae). *Entomologist's Gazette*, 36: 55–75.
- Crovetti A., 1989. La difesa del verde urbano. In: Domenichini, G., A. Crovetti (eds.), *Entomologia urbana e sanità ambientale*. UTET, Torino, 11–35.
- Crucitti P., Malori M., Rotella G., 1998. The scorpions of the urban habitat of Rome (Italy). *Urban Ecosystems*, 2: 163–170.
- Currie P.W.E., 1952. The sawflies of the Cripplegate bombed sites. *London Naturist*, 31: 89–91.
- Davis B.N.K., 1983a. *Empoasca* species (Homoptera, Auchenorrhyncha) in the Chelsea Physic Garden, London, *Entomologist's Gazette*, 34: 97–100.
- Davis B.N.K., 1983b. Hemiptera at the Chelsea Physic Garden, London. *Proceedings and Transactions of the British Entomological and Natural History Society*, 16: 50–52.
- Davis B.N.K., 1984. *Empoasca pteridis* and other Hemiptera from the Garden of Buckingham Palace. *Proceedings and Transactions of the British Entomological and Natural History Society*, 17: 37–40.

- Dawe, G.F.M., 1990. The urban environment: a sourcebook for the 1990s. Centre for Urban Ecology, Nature Conservance Council, World Wildlife Found for nature, Birmingham. 636 pp.
- Decae A.E., 1984. A theory on the origin of spiders and the primitive function of spider silk. *Journal of Arachnology*, 12: 21–28.
- Decaëns T., Jiménez J.J., Gioia C., Measey G.J., Lavelle P., 2006. The values of soil animals for conservation biology. *European Journal of Soil Biology*, 42: 23–38.
- De Lillis M., Testi A., Scalfati G., Cavedon G., 1986. Studio microclimatico di una formazione a *Quercus suber* nel Lazio (Valle dell’Inferno, Roma). *Archivio Botanico e Biogeografico Italiano*, 62: 175–197.
- Desender, K., 1996. Diversity and dynamics of coastal dune carabides. *Annales Zoologici Fennici* 33: 65–76.
- Digweed S.C., Currie C.R., Cárcamo H.A., Spence J.R., 1995. Digging out the ‘digging-in effect’ of pitfall traps: influences of depletion and disturbance on catches of ground beetles (Coleoptera, Carabidae). *Pedobiologia*, 39: 561–76.
- Doria L., 1816. Origine propagazione e danni delle locuste. Puccinelli, Roma. 191 pp.
- Emden F.I., van, 1942. A key to the genera of larval Carabidae (Col.). *Transactions of the Royal entomological Society of London*, 92: 1–99.
- Fallaci M., Colombini I., Chelazzi L., 1994. An analysis of the Coleoptera living along a Tirrenian beach-dune system: abundances, zonation and ecological indices. *Vie Milieu*, 44: 243-256.
- Fanelli G., Bertarelli M., Caroselli V., Cazzagon P., D’Angeli D., De Corso S., Pignatti S., 2007. Carta della vegetazione della Provincia di Roma. Provincia di Roma, Roma.

- Fattorini S., 2010. Effects of fire on tenebrionid communities of a *Pinus pinea* plantation: a case study in a Mediterranean site. *Biodiversity and conservation*, 19: 1237-1250.
- Fattorini S., 2011a. Insect extinction by urbanization: a long term study in Rome. *Biological Conservation*, 144: 370–375.
- Fattorini S., 2011b. Insect rarity, extinction and conservation in urban Rome (Italy): a 120 year long study of tenebrionid beetles. *Insect Conservation and Diversity*, 4: 307–315.
- Fattorini S., 2013. I coleotteri tenebrionidi di Roma (Coleoptera, Tenebrionidae). *Fragmenta Entomologica*, 45: 87–142.
- Fattorini S., Manganaro A., Piattella E., Salvati L., 1990. Role of the beetels in raptor diets from a mediterranean urban area (Coleoptera). *Fragmenta entomologica*, Roma, 31: 57–69.
- Feroci M., Funiciello R., Marra F., Salvi S., 1990. Evoluzione tettonica e paleogeografica plio–pleistocenica dell'area di Roma. *Il Quaternario*, 3: 141–158.
- Finch O.D., 2005. Evaluation of mature conifer plantations as secondary habitats for epigeic forest arthropods (Coleoptera, Carabidae; Araneae). *Forest Ecology and Management*, 204: 21–34.
- Foddai D., Minelli A., Sheller U., Zapparoli M., 1995. Chilopoda, Diplopoda, Pauropoda, Symphyla. Pp. 1–35. In: Minelli A., Ruffo S., La Posta S. (eds.), *Checklist delle specie della fauna italiana*, 32. Calderini, Bologna.
- Frankie G.W., Ehler L.E., 1978. Ecology of insects in urban environments. *Annual Review of Entomology*, 23: 367–387.
- Frankie G.W., Koehler C.S., 1978. *Perspectives in urban entomology*. Academi Press, New York. 417 pp.
- Foelix R., 1996. *Biology of spider* (2nd ed.). Thieme, Oxford. 330 pp.

- Funiciello R., Marra F., Rosa C., 1995. I caratteri geologici-stratigrafici. L'Ecosistema Roma. Ambiente e territorio. Fratelli Palombi Editori, Roma, 29–39.
- Gardenghi G., Marini M., Trentini M., 1992. Animali sinantropici della casa e del giardino. Disinfestazione, 9: 5–8.
- Gardi C., Tomaselli M., Parisi V., Petraglia A., Santini C., 2002. Soil quality indicators and biodiversity in northern Italian permanent grasslands. European Journal of Soil Biology 38: 103–110.
- Gobbi G., 1967. Sulla polifagia di *Chrysobothris affinis* F. (Coleoptera, Buprestidae) (Studi sui Buprestidi Italiani, I). Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia, 22: 13.
- Gobbi G., 1968. Osservazioni su alcuni *Agrilus* (Coleoptera, Buprestidae) dannosi ai salici nei dintorni di Roma (Studi sui Buprestidi italiani. II). Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia, 23: 2–4.
- Gobbi G., 1970. Contributo alla conoscenza dei Coleotteri Buprestidi d'Italia (Col. Buprestidae). Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia, 25: 35–45.
- Gobbi G., 1973. Su alcuni Buprestidi del Lazio (Coleoptera, Buprestidae). Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia, 28: 51–55.
- Gobbi G., 1974. Note geonemiche ed ecologiche su alcuni Buprestidi italiani. Bollettino della Società Entomologica Romana, 106: 112–119.
- Gobbi G., 1986. Le piante ospiti dei Buprestidi italiani. Primo quadro d'insieme. (Coleoptera, Buprestidae). Fragmenta Entomologica, 19: 169–265.
- Gobbi G., 1992. I Buprestidi del Lazio (Coleoptera Buprestidae). Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia, 47: 39–73.
- Gray J.S., 1989. Effects of environmental stress on species rich assemblages. Biological Journal of the Linnean Society, 37: 19–32.

- Groppali R., 1990. Fauna urbana della Provincia di Cremona. Editrice Turris, Cremona. 149 pp.
- Hagen A., 1840. *Synonymia Libellularum Europaeorum. Regimontii Prussorum*. Koenigsberg. 81 pp.
- Hammen van der L., 1989. An introduction to comparative arachnology. SPB Academic Publishing, The Hague, Netherlands. 576 pp.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D., 2001. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontolo. Electron.* 4 [art. 4, p. 9, 178kb. <[http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)>].
- Hoffmann H.J., Wipking W., 1992. Beiträge zur Insekten- und Spinnenfauna der Großstadt Köln. *Decheniana–Beihefte*, 31: 631–639.
- Horn H.S., 1966. Measurement of “overlap” in comparative ecological studies. *American Naturalist*, 100: 419–424.
- Hubert M., 1979. *Les Araignées. Généralités. Araignées de France et pays limitrophes*. Boubée, Paris. 277 pp.
- Huhta V., 2007. The role of soil fauna in ecosystems: a historical review. *Pedobiologia*, 50: 489–495.
- Humphrey J.W., Hawesb C., Peaceb A.J., Ferris–Kaanb R., Jukesb M.R., 1999. Relationships between insect diversity and habitat characteristics in plantation forests. *Forest Ecology and Management*, 113: 11–21.
- Koivula, M., Hyyryläinen, V., Soininen, E., 2004. Carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) at forest-farmland edges in southern Finland. *Journal of Insect Conservation* 8: 297–309.

- Kromp B., 1999. Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 187–228.
- Krumholz N., 1992. Roma impression: contemporary city planning and housing in Rome. *Landscape and Urban Plannig*, 22: 107–114.
- Ledoux J.C., Canard A., 1991. *Initiation à l'étude systématique des araignées*. 2e édition. J.C. Ledoux ed., Domazan (Gard). 66 pp.
- Leśniewska M., Leśniewski P., Szybiak K., 2008. Effect of urbanization on centipede (Chilopoda) diversity in the Wielkopolska–Kujawy Lowlands of western Poland. *Biologia*, 63: 711–719.
- Longo S., Mazzeo G., Russo A., 1994. Le cocciniglie delle piante ornamentali in Italia meridionale. *Informatore Fitopatologico*, 5: 15–28.
- Lorenz W., 2005. A systematic list of extant ground beetles of the world (Coleoptera “Geadephaga”: Trachypachidae and Carabidae incl. Paussinae, Cicindelinae, Rhysodinae). 2nd edition. Tutzing, (published by the author).
- Lovei G., Sunderland K.D., 1996. Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annual Review of Entomology*, 41: 231-256.
- Luigioni P., 1892. Coleotteri raccolti nelle inondazioni dell'Aniene dal 1889 al 1892. *Bollettino della Società romana per gli studi zoologici*, 1: 183–194.
- Luigioni P., 1898. Contributo allo studio della fauna entomologica italiana. Elenco ragionato e sistematico dei Coleotteri finora raccolti nella provincia di Roma. *Bollettino della Società Entomologica Italiana*, 30: 199–220.
- Luigioni P., 1902. Note ed osservazioni sull'Anthypna Carceli Lap. (romana Duponchel). *Monitore Zoologico Italiano*, 13, suppl.: 20–22.

- Luigioni P., 1920. Contributo alla conoscenza della fauna coleottero logica del Lazio. Atti della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei, 73: 186–214.
- Luigioni P., 1921a. Coleotteri esotici utili e dannosi importati in Italia e rinvenimenti nel Lazio.
- Luigioni P., 1921b. Una varietà nuova *dell' Akis italica* Sol. (Coleoptera – Fam. Tenebrionidae). Atti della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei, 74: 61.
- Luigioni P., 1922a. Contributo allo studio della fauna entomologica italiana. Coleotteri nuovi e poco noti per il Lazio. V elenco. Atti della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei, 76: 46–63.
- Luigioni P., 1922b. Contributo allo studio della fauna entomologica italiana. Coleotteri nuovi e poco noti per il Lazio. V elenco. Atti della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei, 76: 132–145.
- Luigioni P., 1923. Coleotteri raccolti nel Lazio dal Conte Flaminio Baudi di Selva. Atti della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei, 76: 78–85.
- Luigioni P., 1926. Una nuova specie italiana del genere *Enoplium* Latr. Coleoptera (Fam. Cleridae). Atti della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei, 79: 51–53.
- Luigioni P., 1927. I Cerambici del Lazio. Memorie della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei, 10: 27–73.
- Luigioni P., 1929. I Coleotteri d'Italia. Catalogo sinonimico-bibliografico-topografico. Memorie della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei, (2), 13: 1–1160.
- Kegel B., 1989. Die räumliche und zeitliche Verteilung von Larven und Adulten der Laufkäferart *Nebria brevicollis* F. in niemen Niedermoor. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie.

- Magura T., Tóthmérész B., Bordán Z.S., 2000. Effects of nature management practice on carabid assemblages (Coleoptera, Carabidae) in a non-native plantation. *Biological Conservation*, 93: 95–102.
- Magura T., Elek Z., Tothmeresz B., 2002. Impacts of non-native spruce reforestation on ground beetles. *European Journal of Soil Biology*, 38: 291–295.
- Magura T., Tothmeresz B., Elek Z., 2003. Diversity and composition of carabids during a forestry cycle. *Biodiversity and Conservation*, 12: 73–85.
- Magura T., Tóthmérész B., Molnár T., 2004. Changes in carabid beetle assemblages along an urbanisation gradient in the city of Debrecen, Hungary. *Landscape Ecology*, 19: 747–759.
- Magura T., Tothmeresz B., Elek Z., 2005. Impacts of leaf-litter addition on carabids in a conifer plantation. *Biodiversity and Conservation*, 14: 475–491.
- Magura T., Tóthmérész B., Hornung E., Horváth R., 2008. Urbanization and ground-dwelling invertebrates. In: Wagner L.N. (ed.), *Urbanization: 21st Century Issues and Challenges* Nova Science Publishers, New York, 213–225.
- Magura T., Horváth R., Tóthmérész B., 2010. Effects of urbanization on ground-dwelling spiders in forest patches, in Hungary. *Landscape Ecology*, 25: 621–629.
- Magurran A.E., 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell, Oxford. 256 pp.
- Manganaro A., Ranazzi L., Ranazzi R., Sorace A., 1990. La dieta dell'allocco, *Strix aluco*, nel parco di Villa Doria Pamphili (Roma). *Rivista Italiana di Ornitologia*, 60: 37–52.
- Mangianti F., Beltramo M.C., 1990. Il Collegio Romano 100 anni di osservazioni meteorologiche. Ministero Agricoltura e Foreste–UCEA, Roma.
- Mannucci Minelli M.P., Minelli A., 1979. Piccoli ospiti delle nostre case. *Natura e Montagna*, 2: 27–32.

- McArthur R.H., Wilson E.O., 1967. *Theory of Island Biogeography*. University Press, Princeton. 203 pp.
- McIntyre N.E., 2000. Ecology of urban arthropods: a review and a call to action. *Annals of the Entomological Society of America*, 93: 825–835.
- Mennella C., 1973. Il clima del Medio Tirreno. In: *Il clima dell'Italia nelle sue caratteristiche e varietà e quale fattore dinamico del suo paesaggio*. 3. Fratelli Conte Editori, Napoli, 301–400.
- Metaxà L., 1833. *Memorie zoologico–mediche*. Boulzaler, Roma, 91 pp. + 1 Tav.
- Metaxà L., Rolli S., 1825. Osservazioni naturali intorno alle Cavallette nocive della Campagna Romana. Roma.
- Minelli A., 1974. Studio preliminare della fauna di Treviso con riflessioni sulla fauna degli ambienti urbani. *Atti dell'Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti, Classe Scienze Matematiche e Naturali*, 132: 115–156.
- Minelli A., Iovane E., 1987. Habitat preferences and Taxocenoses of Italian Centipedes. *Bollettino del Museo Civico di Storia naturale di Venezia*, 37: 7–34.
- Minelli A., Ruffo S., La Posta S. (eds), 1993–1995. Check–list delle specie della fauna italiana, 1–110. Calderini, Bologna.
- Mingazzini P., 1885. Saggio di un Catalogo sui Coleotteri della Campagna Romana. *Lo Spallanzani*, (2) 14: 103–110; 385–393.
- Mingazzini P., 1888. Catalogo dei Coleotteri della Provincia di Roma, appartenenti alla famiglia dei Carabici. *Bollettino della Società Entomologica Italiana*, 20: 113–128.
- Mingazzini P., 1899. Catalogo dei Coleotteri della Provincia di Roma appartenenti alla famiglia dei Lamellicorni. *Società dei Naturalisti di Napoli*, 3: 54–63.

- Mira T., 1988. Itinerario naturalistico alla Caffarella. In: Geraci, S. (ed.), La Valle della Caffarella, spiccioli di natura. Comune di Roma, IX Circoscrizione , WWF Delegazione Lazio: 37–108.
- Montelucci G., 1954. Investigazioni botaniche nel Lazio V. Flora e vegetazione nella Valle dell’Inferno a Roma (Monte Mario). Annali di Botanica, 62: 585–590.
- Montermini A., Trematerra P., 1994. Considerazioni sul controllo di *Infantaria americana* in ambito urbano. Disinfestazione, 11: 33–37.
- Niemelä J., Kotze D.J., 2009. Carabid beetle assemblages along urban to rural gradients: A review. Landscape Urban Planning, 92: 65–71.
- Nimis P.L., 1989. Urban lichen studies in Italy. III: the city of Rome. Braun–Blanquetia, 3: 279–286.
- Numata M., 1982. Changes in ecosystem structure And function in Tokyo. In: Bornkamm, R., J.A. Lee, M.R.D. Seaward (eds.), Urban ecology. The Second European ecological symposium, Berlin, 8–12 september 1980. Blakwell Scientific Publications, Oxford, London, Edinburgh, Boston, Melbourne, 139–147.
- Paoletti M.G., Hassall M., 1999. Woodlice (Isopoda, Oniscidea): their potential for assessing sustainability and use as bioindicators. Agric. Ecosyst. Environ., 74: 157–165.
- Payne R.G., 1980. The Hover–Flies of the West Midlands County – a list of Diptera: Syrphidae in the R.C. Bradley collection, Birmingham County Museum. Proceedings of Birmingham Natural History Society, 21: 2481–2483.
- Parenti A., 1964. Notizie su alcuni Cerambicidi particolarmente interessanti della regione laziale. Bollettino dell’Associazione Romana di Entomologia, 19: 1–3.
- Parenti A., 1966. Contributo alla conoscenza dei *Criocephalus* italiani (Coleoptera, Cerambicidae). Bollettino dell’Associazione Romana di Entomologia, 21: 1–4.

- Parmenter L., 1954. City bombed sites survey. The flies of the Cripplegate bombed site, city of London. *London Naturalist*, 33: 89–100.
- Pignatti S., Pignatti Wikus E., 1987. Le cenosi a cerro e frainetto della Penisola e della Sicilia. *Note fitosociologiche*, 23: 107–124.
- Pitzalis M., Fattorini S., Trucchi E., Bologna M.A., 2005. Comparative analysis of species diversity of Isopoda Oniscidea and Collembola communities in burnt and unburnt habitats in central Italy. *Italian Journal of Zoology*, 72: 127–140.
- Plant C.W., 1987. The butterflies of the London area. London Natural History Society, London. 199 pp.
- Plant C.W., 1993. Larger moths of the London area. London, Natural History Society, London. 292 pp.
- Plant C.W., 1994. Lepidoptera of the London area and the use local naturalists in gathering data. In: Barker, G.M., M. Luniak, P. Trojan, H. Zimny (eds.), 1994. Proceedings of the II European Meeting of the International network for urban ecology. *Mem. Zool.*, 49: 221–235.
- Poore M.E.D., 1955. The Use of Phytosociological Methods in Ecological Investigations: I. The Braun–Blanquet System. *Journal of Ecology*, 43: 226–244.
- Prola C., Provera P., Racheli T., Sbordoni V., 1977. I Macrolepidotteri dell'Appennino centrale. Parte II. Noctuidae. *Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia*, 37: 1–238.
- Prola C., Provera P., Racheli T., Sbordoni V., 1977. I Macrolepidotteri dell'Appennino centrale. Parte I. Diurna, Bombyces e Sphinges. *Fragmenta Entomologica*, 14: 1–217.
- Owen D.F., 1949. The Macrolepidoptera of the Moorgate, London, bombed sites. *Entomologist*, 82: 59–62.
- Owen D.F., 1951. Bombed site Lepidoptera. *Entomologist*, 84: 265–272.

- Paoletti M.G., Hassall M., 1999. Woodlice (Isopoda, Oniscidea): their potential for assessing sustainability and use as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 157–165.
- Pavesi P., Pirotta R., 1878. Brevi notizie intorno ai Aracnidi e Miriapodi dell'Agro Romano. *Annali del Museo civico di Storia Naturale "Giacomo Doria"*, 12: 552–567.
- Pearce J.L., Venier L.A., 2006. The use of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) and spiders (Araneae) as bioindicators of sustainable forest management: A review. *Ecological Indicators*, 6: 780–793.
- Pielou E.C., 1966. The measurement of diversity in different type of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13: 131-144.
- Rainio J., Niemelä J., 2003. Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation*, 12: 487–506.
- Ranius T., Martín L.O.A., Antonsson K., Carpaneto G.M., Ballerio A., Audisio P., Rizun V., 2005. *Osmoderma eremita* (Coleoptera, Scarabaeidae, Cetoniinae) in Europe. *Animal Biodiversity and Conservation*, 28: 1–44.
- Ratti E., 1981. Gli invertebrati delle abitazioni veneziane. *Lavori della Società italiana di Scienze naturali*, 6: 3–14.
- Rice W.R., 1989. Analyzing tables of statistical tests. *Evolution*, 43: 223-225.
- Rostagno F., Zappelloni L., 1908. Lepidoptera faunae romanae. Papilionidae et Pieridae. *Bollettino della Società zoologica italiana*, 9: 285–305.
- Rota E., Utzeri C., 1985. Odonati di Roma e dei sobborghi cittadini, con una lista aggiornata delle specie del Lazio (Italia). *Notulae Odonatologica*, 2: 95–97.

- Rota E., Caruso T., Bargagli R., 2014. Community structure, diversity and spatial organization of enchytraeids in Mediterranean urban holm oak stands. *European Journal of Soil Biology*, 62: 83–91.
- Rullo S., Lipoli V., 2012. Villa doria pamphili, Il patrimonio botanico, Itinerari di visita storico-botanici. Il patrimonio botanico storico. Comune di Roma, Assessorato alle Politiche Ambientali e del Verde Urbano di Roma Capitale, A&C – Advertising & Communication, Roma. 33 pp.
- Santorufu L., Van Gestel C.A., Rocco A., Maisto G., 2012. Soil invertebrates as bioindicators of urban soil quality. *Environmental Pollution*, 161: 57–63.
- Savory T., 1977. *Arachnida* (2nd ed.). Academic Press, London. 340 pp.
- Sbordoni V., Bologna M.A., Vigna Taglianti A., 2004. Gli insetti e la biodiversità. Atti XIX Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Catania 10–15 giugno 2002: 137–148.
- Scheu S., Albers D., Alpei J., Bury R., Klages U., Migge S., Platner C., Salamon J.A., 2003. The soil fauna community in pure and mixed stands of beech and spruce of different trophic structure and structuring forces. *Oikos*, 101: 225–238.
- Schmalfuss H., 2003. World Catalog of terrestrial Isopods (Isopoda, Oniscidea). *Stuttgarter Beitrage zur Naturkunde*, (A) 654: 1–341.
- Semlitsch R.D., Bodie J.R., 2003. Biological criteria for buffer zones around wetlands and riparian habitats for amphibians and reptiles. *Conservation Biology*, 17: 1219–1228.
- Senni P., 1811. Raccolta di osservazioni sulla propagazione delle locuste. Stamperia Mordacchini, Roma. 35 pp.
- Senni P., 1839. Osservazioni naturali intorno alle locuste nocive della Campagna Romana. Tipografia Mugnoz, Roma. 74 pp. + 1 Tav.

- Shannon C.E., Wiener W., 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois, Press Urbana.
- Shochat E., Stefanov W.L., Whitehouse M.E.A., Faeth S.H., 2004. Urbanization and spider diversity: influences of human modification of habitat structure and productivity. *Ecological Applications*, 14: 268–280.
- Silvestri F., 1894. Contribuzione alla conoscenza dei Chilopodi, Symphili, Pauropodi e Diplopodi dell'Umbria e del Lazio. *Bollettino della Società romana per gli studi zoologici*, 3: 191–201.
- Spence J.R., Niemelä J., 1994. Sampling carabid assemblages with pitfall traps: the madness and the method. *Canadian Entomologist*, 126: 881–894.
- Spence J.R., Langor D.W., Niemelä J., Cárcano H.A., Currie C.R., 1996. Northern forestry and carabids: the case for concern about old-growth species. *Annales Zoologici Fennici*, 33: 173–184.
- Sorace A., 1990. Aspetti della nicchia trofica del Merlo *Turdus Merula* in un parco urbano. *Avocetta*, 14: 118–129.
- Stoev P., 2004. Myriapoda (Chilopoda, Diplopoda) in urban environments in the City of Sofia. *Ecology of the city of Sofia: species and communities in an urban environment*. Pensoft, Sofia and Moscow: 299–306.
- Sukopp H., Werner, P., 1982. La nature dans la ville. Comite European pour la sauvegarde de la nature et des ressources naturelles. Collection sauvegarde de la nature, 28. Conseil de l'Europe, Strasbourg. 84 pp.
- Sutton S.L., 1972. Woodlice. Ginn & Co., London. 144 pp.
- Stork N.E., Eggleton P., 1992. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. *American Journal of Alternative Agriculture*, 7: 38–47.

- Tassi F., 1961. Appunti per una migliore conoscenza dei Coleotteri Buprestidi del Lazio. I. Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia, 16: II–IV; 29–30.
- Tassi F., 1962. Appunti per una migliore conoscenza dei Coleotteri Buprestidi del Lazio. I. Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia, 17: 4–8; 25–27.
- Tischler W., 1952. Biozönitsche Unersuchungen an Ruderstellen. Zoologische Jahrbücher Systematik, 81: 122–174.
- Tischler W., 1966. Untersuchungen über das Hypolithion eniner Hausterrasse. Pedobiologia, 6: 13–16.
- Todini A., Pignatti S., Vigna Taglianti A., 1998. Interazioni tra periodicità dei popolamenti a coleotteri carabidi e comunità vegetali nell'Insugherata (Roma). In Bologna M.A., Carpaneto G.M., Cignini B. (Eds), Atti primo convegno nazionale sulla fauna urbana, Roma, 12 IV 1997. Fratelli Palombi Editori, 109–111.
- Tóthmérész B., Máthé I., Balázs E., Magura T., 2011. Responses of carabid beetles to urbanization in Transylvania (Romania). Landscape and Urban Planning, 101: 330–337.
- Trematerra P., Zapparoli M., 1994. Ulteriori note sulla diffusione dei lepidotteri minatory della robinia *Parectopa robinella* Clemens e *Phyllonorictor robiniellus* (Clemens) (Lepidoptera Gracillariidae). Frustula Entomologica 17: 65–70.
- Trotta A., 2005. Introduzione ai ragni italiani (Arachnida Araneae). Memorie della Società Entomologica Italiana, 83: 3–178.
- Trucchi E., Pitzalis M., Zapparoli M., Bologna M.A., 2009. Short-term effects of canopy and surface fire on centipede (Chilopoda) communities in a semi natural Mediterranean forest. Entomologica Fennica 20: 129–138.
- Tuccimei G., 1907. Saggio di un catalogo dei Ditteri della Provincia di Roma. Bollettino della Società Zoologica Italiana (2) 8: 125–158.

- Tuccimei G., 1908. Saggio di un catalogo dei Ditteri della Provincia di Roma (Parte Seconda). Bollettino della Società Zoologica Italiana (2) 9: 244–261; 320–327.
- Tuccimei G., 1911. Saggio di un catalogo dei Ditteri della Provincia di Roma (Parte Terza). Bollettino della Società Zoologica Italiana (2) 12: 191–228.
- Tuccimei G., 1913. Saggio di un catalogo dei Ditteri della Provincia di Roma (Parte Quarta). Bollettino della Società Zoologica Italiana (3) 2: 199–239.
- Trucchi E., Pitzalis M., Zapparoli M., Bologna M.A., 2009. Short-term effects of canopy and surface fire on centipede (Chilopoda) communities in a semi natural Mediterranean forest. Entomologica Fennica, 20: 129–138.
- Vandel A., 1962. Les Isopodes terrestres. Faune de France, 64 et 66. Lechevalier, Paris. 931 pp.
- Vander Linden P.L., 1825. Monographiae Libellularum Europaeorum Specimen. Frank, Bruxelles. 42 pp.
- Vanni S., Taiti S., Bartolozzi L., 1987. Fauna. In: AA. VV., Firenzecologia, conoscere e capire l'ambiente del Comune di Firenze, Coop. Editrice "Il Ventaglio", Roma, pp. 58–73.
- Varet M., Pétillon J., Burel F., 2011. Comparative responses of spider and carabid beetle assemblages along an urban–rural boundary gradient. Journal of Arachnology, 39: 236–243.
- Ventriglia U., 1971. La geologia della città di Roma. Amm.ne Provinciale, Roma, pp. 417 + 6 tavv.
- Vilisics F., Elek Z., Lövei G.L., Hornung E., 2007. Composition of terrestrial isopod assemblages along an urbanisation gradient in Denmark. Pedobiologia, 51: 45–53.
- Vigna Taglianti A., 1980. Storia dell'entomologia romana. Atti XII Congresso Nazionale Italiano Entomologia Roma, 1980, 1: 5–66.

- Vigna Taglianti A., 1993. Coleoptera Archostemata, Adephaga 1 (Carabidae). Pp. 51. In: Minelli A., Ruffo S., La Posta S. (eds.), Checklist delle specie della fauna italiana, 44. Calderini, Bologna.
- Vigna Taglianti A., De Felici S., Di Giulio A., Todini A., 1999. Coleotteri Carabidi. In: "Studi propedeutici ai piani delle aree naturali protette gestite da RomaNatura", studi su fauna e zoocenosi, resp. sci. Prof. M.A. Bologna. Ente Regionale per la Gestione delle Aree Naturali Protette del Comune di Roma, pp. 28-30.
- Vigna Taglianti A., 2005. Checklist e corotipi delle specie di Carabidae della fauna italiana. Appendice B. Pp. 186–225. In: Brandmayr P., Zetto T., Pizzolotto R. (eds.), I Coleotteri Carabidi per la valutazione ambientale e la conservazione della biodiversità. Manuale operativo. APAT, Manuali e Linee Guida, 34.
- Vigna Taglianti A., Bologna M.A., Cignini B., Manicastro C., Riviello M.C., Zapparoli M., 1984. L'ambiente naturale: la fauna. In: AA. VV. "Il Tevere, natura, storia e territorio da Nazzano a Castel Giubileo" Provincia di Roma – Italia Nostra, Ed. Savelli Gaumont, pp. 52–89.
- Vigna Taglianti A., Bonavita P., Di Giulio A., Todini A., Maltzeff P., 2001. I Carabidi della Tenuta Presidenziale di Castelporziano (Coleoptera, Carabidae). Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia, 56: 115–174.
- Vigna Taglianti A., Zapparoli M., 2007. La fauna del suolo: diversità e significato. La vita nel suolo. Roma 22 Marzo 2007. I Georgofili, Quaderni 2007 – V, Sezione Centro–Ovest. Felici Editore, pp. 53–69.
- Vignoli L., Mocaer I., Luiselli L., Bologna M.A., 2009. Can a large metropolis sustain complex herpetofauna communities? An analysis of the suitability of green space fragments in Rome. Animal Conservation, 12(5): 456–466.
- Ward D.F., New T.R., Yen A.L., 2001. Effects of pitfall trap spacing on the abundance, richness and composition of invertebrate catches. Journal of Insect Conservation, 5: 47–53.

- Weigmann G., 1982. The colonization of ruderal biotopes in the city of Berlin by arthropods. In: Bornkamm, R., J.A. Lee, M.R.D. Seaward (eds.), Urban Ecology. The second European ecological symposium, Berlin, 8–12 september 1980. Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, Edinburgh, Boston, Melbourne, 75–82.
- Wytwer J., 1990. Centipedes (Chilopoda) of linden-oak-hornbeam forests (*Tilio-Carpinetum*) and the thermophilous oak forests (*Potentillo albae-Quercetum*) of Mazovian Lowland. *Fragmenta Faunistica*, 32: 73–94.
- Wytwer J., 1995. Faunistical relationship between Chilopoda of forest and urban habitats in Mazowia. *Fragmenta Faunistica*, 38: 87–133.
- Wright A., 1988. Hoverflies in a city environment: experiences in Coventry. *Dipterist Digest*, 1: 37–40.
- Yu X.D., Luo T.H., Zhou H.Z., 2008. Distribution of carabid beetles among 40-year-old regenerating plantations and 100-year-old naturally regenerated forests in Southwestern China. *Forest Ecology and Management*, 255: 2617–2625.
- Zapparoli M., 1985. Considerazioni generali sull'entomofauna terrestre dell'Aniene tra Lunghezza ed il Tevere. Progetto Aniene 85, Comune di Roma, Ufficio Speciale Tevere e Litorale, Roma, pp. 37–40.
- Zapparoli M., 1990. Chilopodi degli ambienti urbani e suburbani della città di Roma. *Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia*, 44: 1–12.
- Zapparoli M., 1992. Centipedes in urban environments: records from the city of Rome (Italy). *Berichte des naturwissenschaftlich-Medizinischen Verein in Innsbruck, Suppl*, 10: 231–236.
- Zapparoli M., 1997a. *Gli Insetti di Roma*. Palombi Editore, Roma. 358 pp.
- Zapparoli M., 1997b. Urban development and insect biodiversity of the Rome area, Italy. *Landscape and Urban Planning*, 38: 77–86.

Zapparoli M., 2002. Insetti ed altri Artropodi negli ecosistemi urbani europei: significato e riflessioni su alcuni aspetti faunistici ed ecologici. Atti dei Convegni Lincei, 182, Accademia Nazionale dei Lincei, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Atti Convegno “Ecosistemi Urbani”, 22–24 ottobre 2001, Roma, pp. 201–220.

Zapparoli M., 2006. A catalogue of the centipedes (Chilopoda) of Central Apennines (Italy). Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, Botanica Zoologia, 30: 165–273.

Zapparoli M., Minelli A., 2005. Chilopoda., Pp.123–125. In: S. Ruffo, F. Stoch (eds), Checklist e distribuzione della fauna italiana. 10.000 specie terrestri e delle acque interne. Memorie del Museo civico di Storia Naturale di Verona, 2. Sezione Scienze della Vita, 16 + CD.

Zschokke S., 1999. Nomenclature of orb–web. Journal of Arachnology, 27: 542–546.

## **Sitografia**

Boxshall G. (ed.), 2004. Crustacea, Isopoda. Fauna Europea version 1.1. Available from <http://www.faunaeur.org>.

Chapman A.D., 2009. Numbers of living species in Australia and the world. 2nd ed. Australian Biological Resources Study, Canberra.  
<http://www.environment.gov.au/biodiversity/abrs/publications/other/species-numbers/2009/pubs/nlsaw-2nd-complete.pdf>.

Enghoff E. (ed.), 2004. Myriapoda, Chilopoda. Fauna Europea version 1.1. Available from <http://www.faunaeur.org>.

Minelli, A. (ed.), 2006. A World Catalogue of centipedes (Chilopoda). Available from <http://chilobase.bio.unipd.it/docs/chilobase>.