



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE
BIO
DIPARTIMENTO
DI BIOLOGIA



RELAZIONE DELLE ATTIVITA' SVOLTE NEL 2024

- Studio della variabilità genetica e delle metodiche di trapianto per la conservazione della popolazione di *Formica pratensis* (gruppo *Formica rufa*) nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campagna.
- Studio della distribuzione dei nidi di *F.paralugubris* nella foresta della Lama e monitoraggio delle popolazione presenti a Campagna



A cura di:
Alberto Masoni e Giacomo Santini
Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Firenze

Premessa e contestualizzazione del progetto

Il Parco Nazionale Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna è una delle più importanti e conosciute aree protette italiane, soprattutto per la presenza di antichi ecosistemi forestali costituiti principalmente da Faggio (*Fagus sylvatica* L.) e da Abete bianco (*Abies alba* M.). Le faggete vetuste e la Riserva Integrale di Sasso Fratino, prima riserva integrale istituita in Italia, sono entrate addirittura a far parte della lista dei siti patrimonio mondiale dell'UNESCO dal 2017, sottolineando l'importanza degli habitat che si possono ritrovare nel parco.

Formica pratensis appartiene al più ampio gruppo *Formica rufa*, il quale comprende almeno sette diverse specie in Europa comunemente note per i loro nidi spesso di grandi dimensioni, noti come acervi. Definite comunemente “formiche rosse dei boschi”, questi organismi presentano una livrea rosso ruggine, mentre addome, zampe e antenne risultano di colorazione tendente al bruno-nerastro. Sono insetti sociali con colonie spesso poliginiche, composte anche da migliaia di operaie, organizzate in un sistema matriarcale con una suddivisione in caste, ciascuna delle quali riveste un preciso ruolo all'interno del nido assolvendo compiti diversi. La caratteristica più distintiva di queste formiche è sicuramente la loro capacità di utilizzare aghi, resina e altre componenti, per costruire nidi che possono raggiungere in molti casi notevoli dimensioni e forme diverse. Il valore ecologico di questo gruppo di formiche come ‘equilibratore’ ambientale è ben noto e studiato da molti decenni, tanto che alcune specie sono state utilizzate a partire dalla metà del secolo scorso in un vasto programma di contrasto biologico contro insetti infestanti dannosi per le foreste, come la processionaria del pino e la tentredine minatrice dei larici. A partire dagli anni '50 del secolo scorso, nidi di diverse specie di formiche di questo gruppo sono stati espianati da siti alpini di origine e trapiantati in numerosi siti appenninici dove queste specie erano assenti (Pavan 1959). Questi trapianti interessarono anche il Parco delle Foreste Casentinesi, dove furono trasferiti nidi di *Formica paralugubris* in diverse località come Campigna, Camaldoli e la foresta della Lama, che sono tutt'ora presenti a distanza di 70 anni (Masoni et al 2018; Groppali e Crudele 2005).

Formica pratensis è l'unica specie del gruppo *rufa* autoctona nelle aree appenniniche. Le pochissime popolazioni conosciute, segnalate ormai quasi mezzo secolo addietro (Pavan et al.1971) e mai più censite, sono probabilmente relitte, residui isolati di tempi remoti in cui la specie era verosimilmente molto più diffusa in gran parte degli Appennini. Questa specie è la più termofila del gruppo *rufa* e predilige le aree aperte al margine delle foreste. Le popolazioni casentinesi, insieme a quelle presenti nella vicina Riserva di Vallombrosa e nell'area della Consuma, costituivano il nucleo più importante dell'Italia centrale.

Grazie ai risultati ottenuti dal precedente progetto finanziato dal Parco è stato possibile individuare la presenza di una popolazione di questa specie all'interno delle Foreste Casentinesi, vicino La

Verna formata da 71 nidi attivi (all'estate 2022). Questa popolazione è attualmente l'unica presente nel Parco ed ha un'enorme importanza per la conservazione di questa specie.

Purtroppo, la maggior parte dei nidi è distribuita all'interno della carreggiata lungo la strada dell'Alto Corsalone, in un tratto lungo circa 2 km, ed una piccola parte in una radura all'interno di un bosco misto di latifoglie (querce e faggi) e abeti, vicino alla medesima strada. Grazie all'intervento congiunto del personale del Parco e delle autorità competenti nella primavera 2022 fu possibile richiedere all'ente gestore una modifica alle opere di sfalcio in queste aree in modo da limitare gli interventi ad un'altezza di 40-50 da terra, ottenendo un momentaneo visibile miglioramento nello stato di "salute" della popolazione, sia per numero di nidi che per incremento delle dimensioni. Comunque, tale posizione fa sì che la popolazione rimanga soggetta a pratiche manutentive due volte l'anno con tutti rischi che ne derivano, vista anche la sua importanza nella conservazione di questa specie in Italia (Masoni et al. 2024).

Formica paralugubris è una delle sette specie del gruppo *F. rufa* presenti in Italia. Il suo areale naturale di distribuzione era limitato all'arco Alpino ma a causa di attività di trapianto effettuate a metà del secolo scorso è possibile trovare popolazioni di tale specie anche lungo l'Appennino e in Sardegna. Alcune di queste popolazioni sono presenti all'interno delle Foreste Casentinesi (Groppali e Crudele 2005) e negli anni passati sono state oggetto di studi e censimenti da parte del nostro gruppo di ricerca (Frizzi et al. 2018, Frizzi et al. 2020, Masoni et al. 2022, Balzani et al 2021). Ad oggi l'unica popolazione di questa specie all'interno del Parco che non è mai stata censita è quella che è presente all'interno della foresta della Lama.

Ringraziamenti

Ringraziamo sentitamente il personale del Parco, soprattutto il Dott. Davide Alberti, referente scientifico, per la costruttiva collaborazione nel pianificare tutte le attività previste e per il supporto tecnico e finanziario. Ringraziamo inoltre l'Unione dei Comuni della Romagna Forlivese e l'Unione dei comuni del Casentino.

INDICE

Attività svolte nel 2024:

1. Valutazione dello stato di conservazione della popolazione di *F. pratensis* di La Verna
2. Studio della variabilità genetica della popolazione di *F. pratensis* di La Verna
3. Individuazione possibili aree di trapianto.
4. Ricerca sulle metodologie di trapianto di nidi di formiche del gruppo *F. rufa* e messa a punto di una metodica ottimizzata per i nidi di *F. pratensis*
5. Censimento della popolazione di *F. paralugubris* nella foresta della Lama

Considerazioni Finali

Bibliografia

1.Valutazione dello stato di conservazione della popolazione di *F. pratensis* di La Verna

La zona intorno al Santuario Franciscano di La Verna è caratterizzata da un'altitudine sopra i 1000 m slm e da una copertura forestale fatta da boschi di conifere o misti conifere-latifoglie. In quest'area nel 2022, sono stati censiti 71 nidi attivi grazie all'attività di mitigazione degli interventi di sfalcio ottenuta con l'intervento del Parco. Tutti i nidi trovati sono riconducibili ad un'unica popolazione distribuita lungo il tratto di strada dell'Alto Corsalone, a nord del santuario di La Verna, che inizia dopo 3 km dalla località "La Beccia" e va in direzione della località "Rimbocchi". Tale tratto di strada, di circa 5 km, ricade quasi integralmente all'interno del parco, anche se un piccolo gruppo di nidi si ritrova all'esterno.

Con le attività di monitoraggio effettuate nel 2024 sono stati censiti 62 nidi attivi di cui 5 potenzialmente polidomici (3 composti da 2 nidi e 2 composti da 3 nidi). Abbiamo potuto constatare che le attività di manutenzione delle carreggiate sono state eseguite senza nessuna cura o attenzione per i nidi, come invece ci saremmo aspettati in base agli accordi passati con l'ente gestore. In alcuni tratti della carreggiata tali attività sono state più intense di quanto non lo fossero state in passato, andando a colpire anche i nidi più grandi, al margine con il bosco. Rispetto agli ultimi dati raccolti nel precedente progetto è stata registrata una diminuzione del 12% di nidi presenti nell'area, ma il dato più preoccupante è la drastica riduzione nel numero di nidi di dimensioni maggiori (Fig.1) e l'incremento del numero dei nidi di dimensioni ridotte (0-50 l di range di volume).

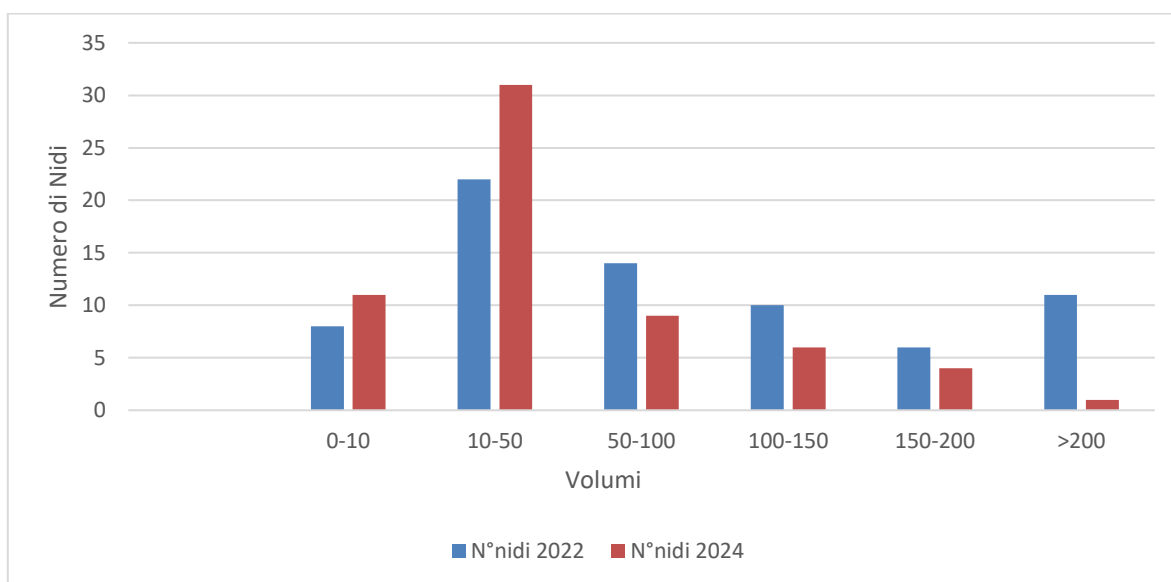


Fig. 1 Comparazione tra numero di nidi e dimensioni tra gli anni 2022 e 2024

L'aumento dei nidi di piccole dimensioni (da 0 a 10 l di volume) è dovuto solo in minima parte al normale processo riproduttivo di fondazione di nuove colonie e la maggior parte di questi nidi (nidi

10-50 l) è il risultato della distruzione di nidi di dimensioni maggiori e del seguente tentativo di ricostruirlo da parte della colonia. Quando la parte superficiale di un nido viene distrutta o danneggiata nelle operazioni di sfalcio e trinciatura, le operaie sopravvissute incominciano rapidamente la ricostruzione della sua parte epigea. Le dimensioni del nuovo nido però sono inizialmente molto inferiori a quelle originali (Fig.2), e sono necessari almeno due-tre anni per raggiungere un volume di 50 l in condizioni indisturbate.



Fig. 2 Nido soggetto a trinciatura. Il contorno giallo indica il margine del vecchio nido di quasi 1 m di diametro, mentre il contorno rosso mostra il margine del nido ricostruito, alto pochi cm. (foto di inizio ottobre 2024)

La dimensione del nido è in genere proporzionale alla dimensione della colonia e influenza in maniera determinante i processi energetici di regolazione di temperatura e umidità alla base della sopravvivenza e dello sviluppo della colonia stessa. Questi danneggiamenti sono ancora più impattanti in colonie monoginiche. *F. pratensis* è infatti una specie prevalentemente monoginica e monodomicale, caratterizzata dalla presenza di una sola regina riproduttrice per nido, ciascuno dei quali costituisce una colonia separata dalle altre.

L'uccisione della regina in conseguenza del danneggiamento determina la morte della colonia in tempi relativamente rapidi. L'effettivo status di mono/poliginia della popolazione di La Verna non è noto e costituisce parte di questo studio.

Si può quindi dedurre facilmente il livello di danno che la manutenzione della carreggiata causa alle colonie, soprattutto se i tagli avvengono in piena estate, come nel 2024, quando la stagione di attività delle formiche è massima e le camere epigee del nido vengono ampiamente utilizzate per l'accrescimento della covata.

Oltre ai danni appena menzionati sono stati rilevati per la prima volta anche danni rilevanti da cinghiali (Fig.3), soprattutto nei nidi presenti all'interno della radura nel bosco.



Fig. 3 Due tratti della carreggiata in cui sono presenti i nidi di *F. pratensis* che sono stati interessati da attività di scavo dei cinghiali.

I cinghiali durante la stagione estiva possono cibarsi delle formiche e della loro covata, andandole a scavare in profondità all'interno del nido con il muso alla ricerca della covata (Fig.4).



Fig. 4 Cinghiale intento a scavare un nido di *F. pratensis* (immagine scattata dagli autori alla Consuma, FI)

Tale attività danneggia la struttura del nido e fa diminuire drasticamente il numero di operaie e di covata della colonia, potendola portare anche alla morte se durante l'attività di scavo viene uccisa la regina (Fig. 5), come descritto precedentemente a proposito dei danni legati agli sfalci.



Fig. 5 A sinistra nido in piena attività nel giugno 2024. A destra lo stesso nido completamente scavato e ormai morto a ottobre 2024.

2. Studio della variabilità genetica della popolazione di *Formica pratensis* di La Verna

Dall'analisi delle sequenze del CytB effettuate nel precedente progetto è stato possibile evidenziare come le popolazioni italiane di *F.pratensis* si differenzino chiaramente da quelle europee, sottolineandone l'importanza a livello conservazionistico. Le informazioni genetiche ottenute hanno attestato l'importanza della popolazione Casentinese come riserva di variabilità genetica a livello di specie, gli aplotipi presenti nel Parco, infatti, sono diversi da quelli delle altre popolazioni appenniniche (Masoni et al. 2025). Per questo motivo risulta fondamentale focalizzarsi sullo studio approfondito della variabilità genetica della popolazione di La Verna in modo da determinare la struttura genetica delle colonie e stimare il livello di inbreeding. Trattandosi di popolazioni piccole ed isolate, quest'ultimo potrebbe rappresentare infatti un problema non trascurabile per la loro sopravvivenza a lungo termine. L'aumento di inbreeding potrebbe favorire il passaggio ad una condizione di poliginia (Stokan & Robinson 2016).

La popolazione di La Verna (Fig.6) appare suddivisa oggi in 5 diversi gruppi di nidi aggregati, distribuiti lungo la strada dell'Alto Corsalone. Non è noto né il grado di parentela presente tra i nidi né l'effettivo livello di poliginia, se presente, né il livello di inbreeding all'interno di ciascun cluster.

Per ciascun gruppo sono stati campionati 5 nidi da cui sono state prelevate 10 operaie che sono state conservate in una soluzione di etanolo al 96% e portate nei Laboratori di UNIFI per la parte di caratterizzazione molecolare e di identificazione.

Per le analisi molecolari sono state utilizzate 3 operaie da ciascun nido per ogni cluster ($3 \times 5 \times 5 = 75$ operaie totali) da cui è stato estratto il DNA genomico singolarmente, a partire dal torace, utilizzando il kit “Blood and Tissue” (Quiagen). Il DNA estratto è stato poi processato seguendo due diverse linee di analisi che sono attualmente in pieno svolgimento e riguardano:

- identificazione della struttura genetica della colonia attraverso amplificazione e sequenziamento per tutti i campioni di DNA estratto ($n=75$), di alcune regioni altamente polimorfiche del DNA mitocondriale (Trn-Nad-CR). Il DNA mitocondriale è ereditato per via materna e analizzando le operaie di una colonia è possibile avere informazioni sul numero di regine presenti, di cui sono figlie.

- valutazione della variabilità genetica e del livello di inbreeding tra i nidi, attraverso l’analisi di una sola operaia per nido ($n=30$) sequenziando intere regioni genomiche attraverso tecnologia NGS e l’identificazione di marcatori SNPs (polimorfismi a singolo nucleotide). Per tale analisi visto il numero elevato di marcatori che vengono prodotti e analizzati è sufficiente analizzare un numero minore di operaie.

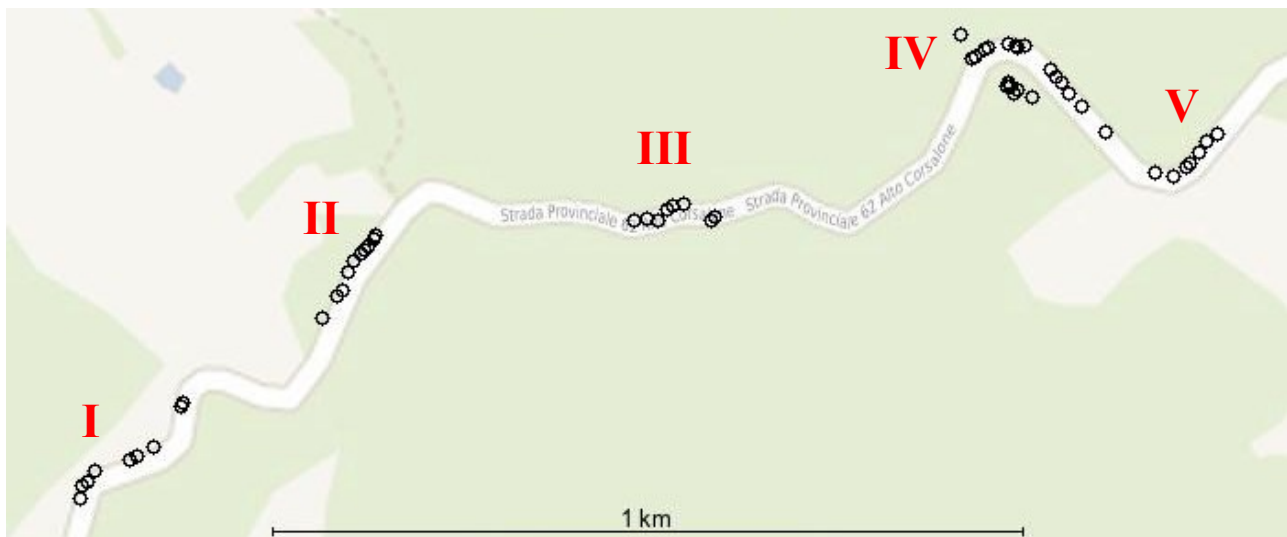


Fig. 6 Distribuzione dei nidi lungo la strada dell’Alto Corsalone. Dall’immagine si evince la divisione naturale della popolazione in 5 gruppi distinti (I a V).

3. Individuazione possibili aree di trapianto

Vista la situazione critica dell’area in cui è presente la popolazione a La Verna (carreggiata stradale), è stato deciso con l’Ente Parco di valutare l’idea di poter mettere in sicurezza tale popolazione effettuando dei trapianti di nidi in aree del Parco idonee alle esigenze ecologiche e ambientali della specie. Tale pratica, del tutto sperimentale e mai attuata su questa specie, potrebbe contribuire attivamente alla conservazione di questa popolazione insieme alla creazione di un’area dedicata a tale scopo.

L'area di interesse, demaniale, deve essere aperta, a prato stabile, possibilmente a margine di bosco di conifere e con un'altitudine maggiore di 1000 m slm. Confrontandoci con il personale del Parco sono state valutate diverse aree ad una distanza massima di 15 km dalla popolazione, e alla fine ne sono state individuate due da visionare, di cui una vicinissima alla popolazione e l'altra nei pressi dell'abitato di Frassineta. La prima area (Fig. 7) si trova lungo la strada dell'Alto Corsalone tornando verso la località La Beccia ed è costituita da un appezzamento di oltre 6 ettari mantenuto a prato e sfalciato più volte l'anno. Questa area potrebbe risultare ottimale in quanto presenta le stesse condizioni ambientali e altitudinali dell'area nativa, da cui dista in linea d'aria 1 km. In più, la facilità di accesso con automezzi agevola le operazioni di trapianto mentre la vicinanza alla popolazione nativa consentirebbe di mantenere un eventuale flusso genico tra i nidi trapiantati e quelli nativi. L'unica nota negativa è rappresentata dalla mancanza di conifere nelle immediate vicinanze. Logicamente sarebbe necessario individuare una piccola parcella ai margini dell'appezzamento da dedicare ai trapianti, non interessata dalle lavorazioni agricole, oppure considerare l'area aperta naturale confinante con l'appezzamento. In quest'area potrebbero essere portate avanti le attività per la messa a punto dei metodi di trapianto e di monitoraggio dei nidi trasferiti.

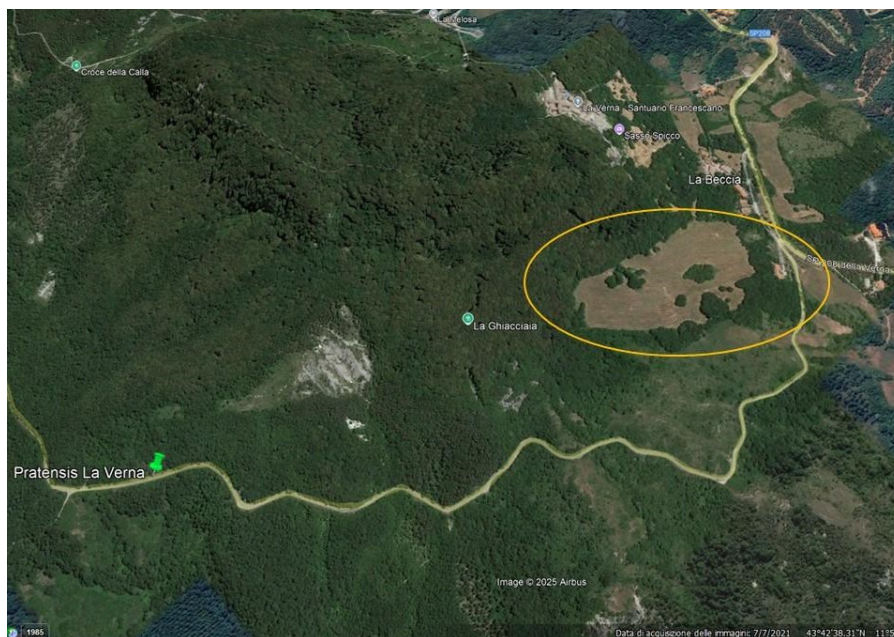


Fig. 7 Area di interesse per i primi trapianti vicino alla popolazione di *F.pratensis* (punto in verde)

L'altra area di interesse è situata subito sopra l'abitato di Frassineta a una decina di km dalla popolazione (Fig.8). Tale area è costituita da un prato pascolo che circonda un rimboschimento di conifere. Anche quest'area risulta di facile accesso con gli automezzi. La presenza di conifere garantisce un elemento importante perché possono garantire disponibilità di materiali per la costruzione degli acervi ed ospitano colonie di afidi attivamente ricercati dalle formiche.

Sfortunatamente quest'area che poteva essere considerata come l'area di conservazione dei nidi, non risulta ottimale da un punto di vista di potenzialità espansive della popolazione. L'altitudine massima che raggiungere l'area aperta, infatti è all'incirca 1050 m slm e non permetterebbe quindi la migrazione spontanea della popolazione verso quote più elevate in un futuro prossimo.



Fig. 8 Area di interesse per i trapianti vicino all'abitato urbano di Frassineta

4. Ricerca sulle metodologie di trapianto di nidi di formiche del gruppo *F. Rufa* e messa a punto di una metodica ottimizzata per i nidi di *F.prantensis*

I primi esperimenti italiani di trapianto di nidi di specie appartenenti al gruppo *Formica rufa* risalgono a metà del secolo scorso (Pavan 1959). Il prof. Pavan dell'Università di Pavia, nel 1950 incominciò a fare i primi esperimenti in merito, trasferendo alcuni nidi dalle Prealpi Lombarde all'Appennino Ligure. Questi nidi vennero trasportati per più di 300 km e l'ambiente di trapianto appenninico presentava caratteristiche ambientali simili all'ambiente nativo, presenza di abeti, ma con grandi differenze a livello climatico (es. minor piovosità e ridotta permanenza dell'innevamento durante la stagione fredda). La costruzione dei nuovi nidi da parte delle operaie trapiantate incominciava sempre preferendo i materiali di nido trasportati per poi utilizzare i materiali locali come aghi di conifera o in alcuni casi anche materiali derivati da piante decidue come le perule dei faggi, dimostrando un'elevata dinamicità ed adattamento costruttivo delle colonie. A distanza di 9 anni le popolazioni trapiantate si erano acclimatate e alcuni nidi avevano raggiunto dimensioni ragguardevoli, più di 1000-1500 l di volume, misura rara perfino per le colonie naturali Alpine.

I risultati conseguiti negli anni e il perfezionamento della tecnica di trapianto hanno portato poi il prof. Pavan a concepire e realizzare, il più grande progetto di trapianto di formiche del gruppo Rufa mai realizzato. In più di venti anni sono stati trapiantati quasi 6000 nidi, prevalentemente della specie *F. lugubris*, dalle Alpi all'Appennino, alle isole maggiori, ma anche fuori dai confini

nazionali (in Canada e Germania), come azione di lotta biologica contro insetti dannosi per le abetine e pinete.

Grazie alle esperienze maturate in questo progetto e ai successivi monitoraggi di alcune popolazioni trapiantate, a quasi cinquant'anni dall'ultimo trapianto (1971) è possibile individuare alcuni principi di base che devono essere rispettati se si vuole ottenere ottimi risultati. Le specie da preferire nei trapianti sono le specie altamente poliginiche come *F.paralugubris*, *Formica lugubris*, *F. aquilonia*. Nella procedura di trapianto, infatti, non viene scavato e trasportato il nido intero, ma ne viene raccolto all'incirca la metà con metà operaie (Fig.9).



Fig. 9 Procedura di raccolta del materiale di nido e delle operaie di *F.lugubris/paralugubris* da un nido Alpino.(da Pavan 1959)

Per questo è necessario selezionare nidi donatori di grandi dimensioni e preferibilmente polidomici (con più nidi collegati tra loro). L'obiettivo infatti è quello di effettuare i trapianti garantendo la sopravvivenza dei nidi trapiantati, ma allo stesso tempo garantire anche la sopravvivenza delle popolazioni native donatrici. Per questo è fondamentale avere nel nido tante regine che devono essere suddivise in modo uniforme tra la parte originale rimanente in loco e quella che sarà trapiantata (Fig.10).



Fig. 10 Ricerca e raccolta di regine negli strati più profondi del nido (da Pavan 1959)

Per garantire la sopravvivenza dei nidi trapiantati è importante ottenere una rapida ricostruzione dei nidi in queste aree, in modo che le formiche possano riprendere in tempi rapidi le diverse attività di sostentamento necessarie alla colonia e avere la giusta protezione. Con l'esperienza è stato appurato che tale condizione si raggiunge prelevando almeno 200.000 operaie e circa 200 litri di materiale di nido, che devono essere raccolti e trasportati in tempi brevissimi in barili di legno o strutture in materiale plastico sufficientemente capienti. I contenitori devono essere riempiti in modo tale da garantire una buona aerazione e devono essere ben fissati durante il trasporto in modo da evitare movimenti bruschi del materiale contenuto, con conseguenti fenomeni di schiacciamento e decessi accidentali. E' di fondamentale importanza che durante il trasporto la temperatura del materiale non salga eccessivamente, ad esempio per una prolungata esposizione al sole.

Inoltre, per garantire la sopravvivenza della popolazione trapiantata è necessario trapiantare almeno alcune decine di nidi raggruppati in piccoli gruppi a poche decine di metri tra loro. Questa condizione in caso di avversità climatiche o problemi ambientali (predazione, mancanza di risorse trofiche, competizione con altre specie di formiche) permette alle formiche di colonie diverse di potersi riunire in nidi di maggiori dimensioni capaci di fronteggiare con più facilità le situazioni di stress. Tale fenomeno in alcune specie con *F. paralugubris* avviene normalmente poiché questa specie forma naturalmente quelle che vengono chiamate delle super-colonie, cioè gruppi di nidi che sono tra loro collegati in un grande network in cui condividono risorse, scambiano le regine e decidono la posizione e dimensione dei diversi nidi, insomma un'unica colonia diffusa.

Le operazioni di trapianto devono essere effettuate preferibilmente nel periodo di inizio primavera, in seguito alla scomparsa del manto nevoso e all'aumento delle temperature, con le prime giornate di sole primaverile (Pavan 1959). In questo periodo le operaie ancora poco attive cominciano a risalire in superficie a riattivare le camere epigee del nido, spesso radunandosi sulla sua superficie per scaldarsi e poi trasferire il calore alla covata all'interno. È questo il momento migliore per effettuare il prelievo, stando attenti a raccogliere almeno qualche decina di regine. Una volta raggiunte le aree di trapianto, per facilitare la ricostruzione del nido, soprattutto della sua parte ipogea, è necessario effettuare un piccolo scavo a terra di circa 50 cm di profondità, riempirlo con rami misti a terra di scavo e poi tutto intorno distribuire delicatamente il materiale del nido e le formiche trasportate. Così facendo viene data la possibilità alle operaie e alle regine trasportate di trovare un facile riparo negli anfratti sottoterra così costituiti, e allo stesso tempo si facilitano le operazioni di costruzione delle camere sotterranee che sono le prime a essere ricostruite. Se nelle aree di trapianto ci sono abeti, o altre conifere è preferibile effettuare lo scavo nelle vicinanze di queste piante in modo da garantire facile accesso agli aghi, con cui vengono costruiti gli acervi, ma anche agli afidi da cui raccolgono la melata. Se presenti, le ceppaie di piante morte rappresentano un luogo ideale per trapiantare un nido, in quanto la struttura della ceppaia favorisce la crescita

strutturale della parte epigea del nido offrendogli un solido appoggio. Spesso i piccoli nidi trapiantati possono essere oggetto di predazione e danneggiamento da parte di vertebrati, come cinghiali, picchi, ghiandaie, e talvolta sono soggetti a vandalismo. In aree in cui si rilevano tali problematiche è necessario proteggere i nidi con strutture di protezione adatte (Fig.11). Tali strutture possono essere fatte con materiali diversi, ma di solito si prediligono legno e reti metalliche.



Fig. 11 Esempio di struttura di protezione di un nido costruita con paline di abete e rete metallica plastificata

Formica pratensis non è mai stata oggetto di trapianti. Le sue caratteristiche biologiche e ecologiche la rendono una specie potenzialmente difficile da trapiantare. Le sue colonie sono principalmente monoginiche (una sola regina), raramente si assiste a condizioni di poliginia, e anche in questi casi il numero di regine presenti è comunque ridotto (3-5 individui) (Beye et al. 1998). A differenza delle colonie di specie poliginiche come *F. paralugubris*, in cui si possono contare nello stesso nido anche più di mezzo milione di operaie, le colonie di *F. pratensis* sono numericamente ridotte, i nidi maturi più grandi possono contenere al massimo fino a 100.000 operaie, raggiungendo il metro di altezza e un volume che può arrivare a 600-700 l. In più questa specie predilige ambienti aperti come prati o pascoli a margine delle foreste di conifere, non tollera le condizioni di foresta completamente chiusa con sottobosco quasi assente tipiche delle abetine mature, per cui la sua applicazione nella lotta biologica pianificata da Pavan in quel periodo, risultava impossibile.

Considerando gli aspetti appena descritti si rende necessario per la popolazione casentinese sviluppare una metodica di trapianto innovativa rispetto alle tecniche attuate in passato per le altre specie di formiche del gruppo *F. rufa*.

Nel corso del primo anno di progetto è stata realizzata una ricerca bibliografica esaustiva, sono state ipotizzate alcune migliorie della tecnica di trapianto e sono state eseguite alcune prove che possono

costituire le basi per lo sviluppo di una metodica ottimizzata per questa specie nel contesto casentino. Tale tecnica dovrà permettere più che il trapianto di parte di nido, come avviene con *F. paralugubris* e *F. lugubris* (Pavan 1971, Nielsen 2018), proprio il trasferimento totale del nido da una zona non idonea ad una zona più sicura. Questa condizione può essere garantita solo con l'individuazione della regina e la sua messa in sicurezza durante tutte le operazioni di trasporto e trapianto. L'individuazione e la cattura in sicurezza della regina durante le operazioni di scavo del nido, rappresenta la principale difficoltà, dato che questa si trova spesso nelle camere più in profondità e il rischio di uccisione accidentale può essere piuttosto elevato.

Da alcune prove di scavo effettuato vicino ai nidi sulla carreggiata, si è potuto constatare un problema legato al materiale utilizzato per la costruzione della carreggiata (sassi, materiale stabilizzante, catrame) che si ritrova a pochi centimetri dalla superficie del suolo. Tale strato seppur non costituisce un problema per le formiche che riescono a costruire lo stesso la parte ipogea del nido, rappresenta un grosso problema per le attività di scavo per il trapianto. Essendo un substrato compatto, non è facilmente penetrabile con una vanga ma richiede l'utilizzo di attrezzi più invasivi (picconi o scalpelli) che però causano una elevata mortalità tra le operaie nel nido, con alto rischio di uccisione della regina.

Un altro problema è la forma appiattita dei nidi (Fig.12) a causa dei danni ripetuti dovuti alle operazioni di trinciatura per la manutenzione della carreggiata.



Fig. 12 Tipica forma di un nido di *F. pratensis* di due-tre anni presente sulla carreggiata della strada dell'Alto Corsalone. Si vede bene come l'altezza della struttura superficiale del nido sia di pochi cm.

Una struttura superficiale così ridotta del nido complica molto le operazioni di trapianto. Da un lato il materiale di nido da raccogliere risulta molto ridotto, e questo può rappresentare un problema quando si trasferisce il nido nelle aree di trapianto perché si traduce in uno sforzo notevole per le operaie nel reperire fin da subito il materiale necessario nel nuovo ambiente; dall'altro il nido è

strutturato principalmente sottoterra, il che rende le operazioni di raccolta molto complesse viste le condizioni del substrato accennate sopra.

Un primo test di trapianto è stato effettuato nel giugno 2024, che ha interessato due di piccoli nidi, neofondati, dal margine della carreggiata verso un'area interna a prato già popolata da altri nidi di questa specie (Fig.13).

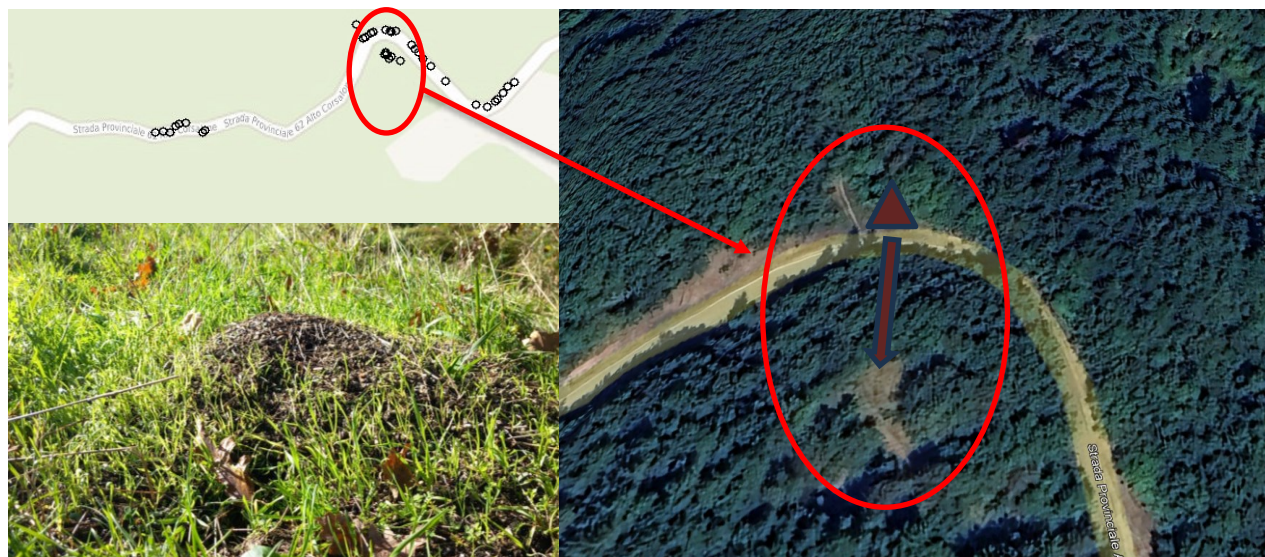


Fig. 13 Area interessata dalle prove di trapianto dei nidi neofondati di piccole dimensioni (20cm diametro x 5 cm altezza).

Tale operazione è stata condotta con il fine esclusivo di provare la tecnica di trapianto, in quanto il trasferimento in un'area già popolata assicurava le condizioni ottimali di tale ambiente. I due nidi scelti erano in un'area molto esterna della carreggiata caratterizzata da un buon strato superficiale di terreno. Le operazioni di scavo sono state quindi facilitate anche grazie alle ridotte profondità della loro parte ipogea. Nella camera più profonda sono state trovate le regine, una per ciascun nido, e sono state subito messe in sicurezza in un contenitore da 50 ml di plastica (Fig.14).



Fig. 14 Sulla sinistra un contenitore contenente la regina e una decina di operaie. Sulla destra la regina (interno cerchio giallo) appena raccolta e inserita nel contenitore con un po' materiale di nido.

Il materiale di nido e le formiche sono stati rimossi con il supporto di una pala e poi raccolti in dei secchi di plastica (da 25 l di volume) con coperchio, riempiti per i $\frac{3}{4}$ in modo da lasciare la giusta areazione. Il tutto è stato trasferito in pochi minuti nell'area del trapianto.

Nell'area di trapianto sono stati scelti due siti con la medesima esposizione di quelli originali, e in ciascun sito è stato rimosso il cotico erboso superficiale di una parcella di 50 x 50 cm.

Sulla superficie nuda si è provveduto a effettuare un piccolo scavo profondo 30 cm che poi è stato riempito con 4-5 ramoscelli di quercia incrociati ricoperti dallo stesso terreno di scavo (Fig15).



Fig. 15 Sulla sinistra sito di trapianto con l'area escavata in evidenza (30x30cm) e sulla destra lo stesso sito con lo scavo ricoperto pronto ad ospitare il materiale di nido.

Successivamente il materiale di nido con le operaie è stato aggiunto delicatamente sulla superficie intorno allo scavo di ciascun sito e solo alla fine sono state aggiunte le regine controllando che fossero ben accettate dalle operaie e condotte al riparo sotto il materiale di nido. Per sicurezza al materiale di nido raccolto dal nido originale sono stati aggiunti anche aghi di abete e di pino raccolti in altre aree, in modo da garantire la facile reperibilità del substrato in quantità alle operaie.

A distanza di una settimana siamo tornati a controllare i due siti e abbiamo constatato la sopravvivenza di entrambi i nidi che avevano incominciato la ricostruzione.

L'ultimo controllo è stato fatto a ottobre 2024 ed è stato molto promettente, come si vede dalla foto sottostante (Fig.16). Le colonie hanno ricostruito la parte ipogea del nido e solo in minima parte quella superficiale.

La certezza che il trapianto abbia avuto esito positivo sarà possibile averla solo a primavera prossima, maggio 2025, alla ripresa delle attività delle colonie dopo la pausa invernale. Solo allora si saprà se le scorte che le colonie hanno accumulato post trapianto sono risultate sufficienti allo svernamento.



Fig. 16 Nido trapiantato da alcuni mesi, si nota la ricostruzione anche della parte superficiale a forma di cupola utilizzando principalmente materiali vegetali.

5. Censimento della popolazione di *F.paralugubris* nella foresta della Lama

A metà del secolo scorso centinaia di nidi di formiche della specie *F. paralugubris* furono trapiantate nelle aree della Riserva Naturale Biogenetica di Campigna, nella foresta della Lama e nella Riserva Statale di Camaldoli (Groppali e Crudele 2005). L'area di Campigna e l'area Camaldoli sono state oggetto di attività di censimento e monitoraggio da parte del nostro gruppo in anni recenti. La foresta della Lama, invece, non è stata più monitorata dal censimento del Corpo Forestale dello Stato del 1983 in cui erano stati individuati 13 nidi limitati all'area di Pian Porcino (Fig.17). Nella foresta della Lama i nidi di *F. paralugubris* erano stati trapiantati nel luglio 1964 in tre diverse località, Pian Porcino (27 nidi), Carpenone (27 nidi) e Poggiolino (40 nidi) (Fig.17). Dopo pochi anni dal trapianto (1968), i nidi trapiantati a Carpenone e Poggiolino erano completamente spariti mentre quelli a Pian Porcino si erano ridotti a solo 7 unità.

In base alle informazioni raccolte parlando con il personale dei Carabinieri Forestali di Badia Prataglia è stato possibile constatare la presenza di nidi in aree molto più a nord rispetto al sito originario del trapianto.

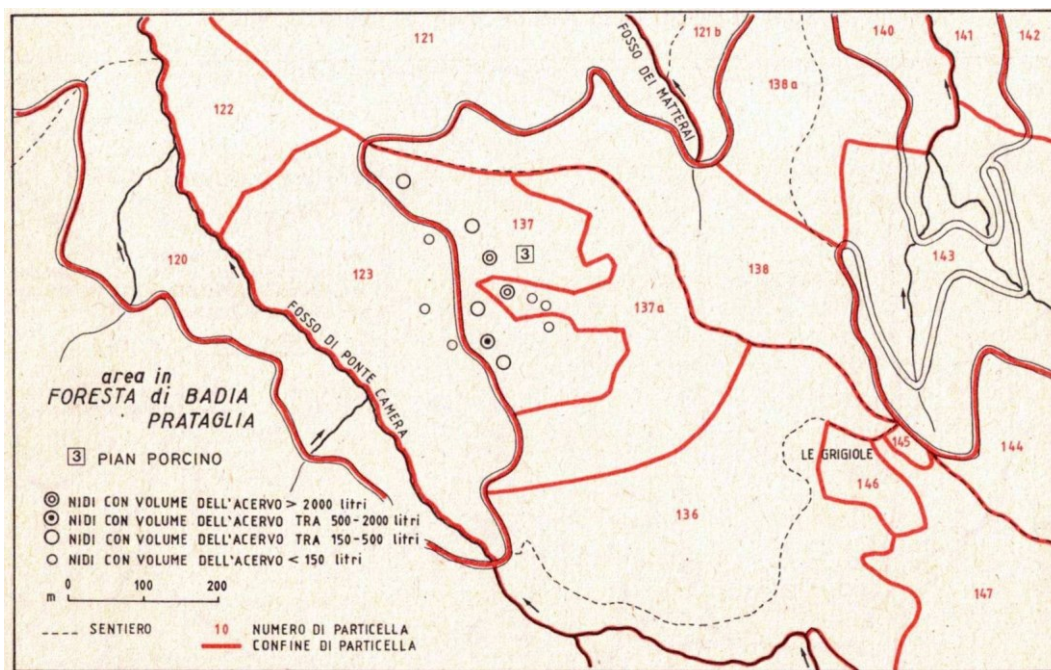


Fig. 17 Censimento del 1983. Si evince chiaramente la presenza limitata dei nidi nella sola area di Pian Porcino (da Ronchetti et al. 1986)

Per questo motivo è stato deciso di aumentare l'area da censire (Fig. 18) e dividere il censimento in 2 anni consecutivi. L'attività di censimento è iniziata a fine agosto 2024, ed ha interessato la parte più a nord dell'area di interesse (Fig.18) che verrà ultimata nell'estate 2025.

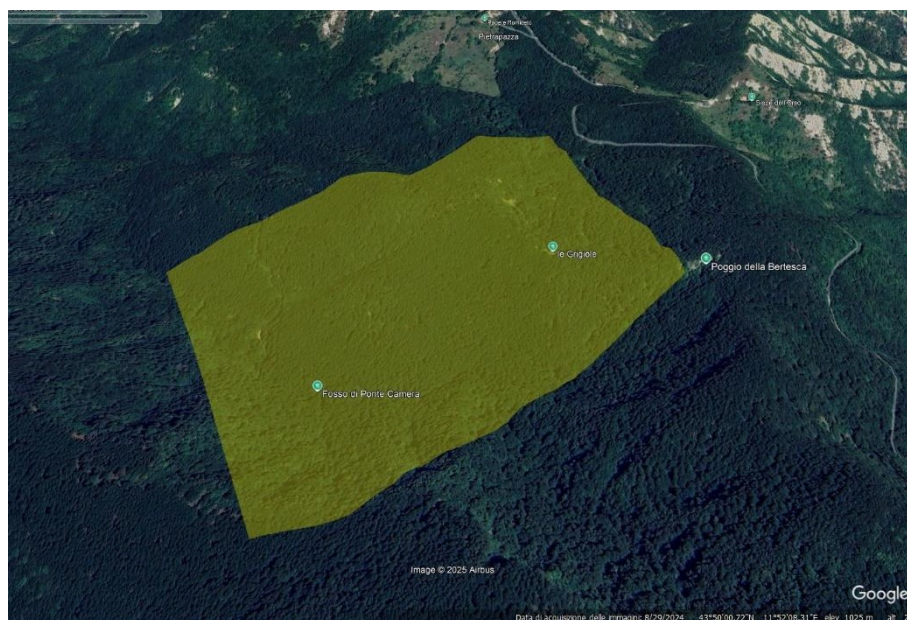


Fig. 18 area da censire in cui è presente la popolazione di *F. parlugubris* della Lama

Il censimento ha seguito le stesse attività portate avanti per il censimento dei nidi di *F. pratensis*; ogni nido trovato, infatti, è stato identificato, misurate le dimensioni e georeferenziato. Ad oggi sono stati rinvenuti 32 nidi di *F. parlugubris*, distribuiti su una

superficie di circa 28 ha (Fig.19). Attualmente stiamo digitalizzando i dati raccolti e appena finite le operazioni di censimento la prossima estate, procederemo con le analisi per l'individuazione delle caratteristiche ecologiche di tale popolazione e la valutazione del suo stato di conservazione.

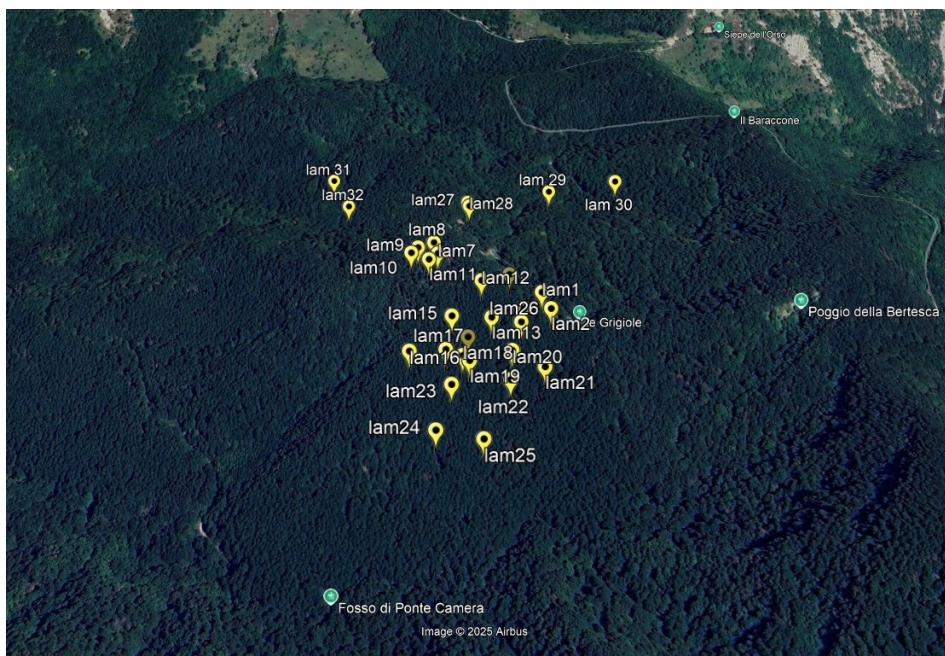


Fig. 19 Nidi di *F.palugubris* individuati nella parte nord dell'area da censire.

Considerazione Finali

Le attività di progetto svolte fino ad oggi, hanno fornito informazioni utili sullo stato di conservazione della popolazione di *F. pratensis* presente nel Parco Nazionale. Tale popolazione risulta purtroppo sempre sottoposta ad una pressione molto forte dovuta alla manutenzione della carreggiata, che può metterne a repentaglio la sopravvivenza nel lungo periodo; la quasi totalità dei nidi censiti mostrava evidente effetto delle operazioni di trinciatura che quest'anno è stata più invasiva degli anni precedenti. Nonostante la sollecitazione agli organi proposti da parte del personale del Parco, la manutenzione della carreggiata è stata effettuata senza nessuna precauzione o attenzione alla presenza dei nidi. Risulta quindi necessario instaurare con l'aiuto del personale del Parco nuovi incontri con l'amministrazione deputata alla manutenzione della carreggiata per far nuovamente presente il problema e trovare possibili soluzioni.

Quest'anno si è registrato per la prima volta il problema degli ungulati. Nello specifico diversi nidi sono stati trovati con danni da cinghiali, che li scavano per cibarsi della covata. Tale pericolo dovrà essere monitorato nel tempo in modo da valutare futuri interventi di protezione nel caso si ripettesse con frequenza elevate.

Le attività di studio e sperimentazione su un metodo di trapianto adatto per i nidi di *F.pratensis* hanno evidenziato le prime criticità relative all'ambiente in cui è presente la popolazione. Il substrato su cui è costruiti la maggior parte dei nidi è formato da diversi materiali stabilizzanti per la strada, il che crea problemi nello scavo della parte ipogea dei nidi contentini le regine. Tale problema potrebbe essere aggirato in due modi, o concentrandosi su trapianti di nidi piccoli in fondazione, o riuscendo a catturare le nuove regine che i nidi maturi fanno ogni anno. Ogni anno i nidi si riproducono producendo delle regine vergini che dopo la fase di accoppiamento possono o tornare al nido e con un gruppo di operaie spostarsi e fondare un nuovo nido vicino a quello materno, o volare lontano dal nido materno e fondare attraverso un processo parassita a scapito di colonie preesistenti di formiche del gruppo *Serviformica*. Nel caso di fondazione dipendente vicino al nido materno, i nuovi nidi vengono costruiti ad inizio giugno ed è nelle prime fasi che risulta possibile trapiantarli visto la loro ridotta estensione in profondità nel substrato e la facilità nell'individuare la regina visto il numero ridotto di operaie di cui è composta la colonia. L'altra possibilità di trapianto sta nell'individuare il momento in cui le regine appena accoppiate rientrano ai nidi materni prima di fondare il proprio nido. In questo periodo che dura pochi giorni le regine si possono ritrovare spesso sulla superficie del nido nelle prime ore di sole a metà mattina. Riuscire a catturarle permetterebbe a questo punto di poter scavare e trasferire il nido materno senza troppi problemi sul dover andare in profondità a trovare la regina madre. In caso di impossibilità allo scavo approfondito il problema regina sarebbe risolta utilizzando una nuova regina, se poi si disponesse di più regine nuove si potrebbe anche decidere di suddividere il materiale di nido e le operaie in più nidi da trapiantare a cui associare una regina ciascuno. Queste ipotesi saranno testate nell'anno in corso in modo da valutarne l'effettiva applicabilità.

Una volta poi terminate le analisi genetiche sarà possibile individuare i pool genetici dei diversi gruppi di nidi presenti nella popolazione e impostare dei trapianti mirati alla massimizzazione della variabilità nella popolazione trapiantata. Per questo risulta necessario quanto prima incontrarsi con il personale del Parco per individuare un'area ottimale da scegliere come area di conservazione della specie. Le aree considerate il primo anno seppur idonee alle prove di trapianto non presentano caratteristiche tali da garantire la sopravvivenza della popolazione sul lungo tempo. È necessario trovare un'area aperta che possieda un gradiente altitudinale che parta dai 1000 m di altitudine e si spinga più in alto possibile. Questo perché a causa dei cambiamenti climatici è del progressivo innalzamento delle temperature è possibile uno spostamento spontaneo delle popolazioni verso quote maggiori, come già osservato in altre specie.

Per quanto riguarda popolazione di *F.paralugubris* presente nelle foresta della Lama, le attività di censimento si sono svolte senza problemi e nel primo anno è stato possibile censire più di 30 nidi

evidenziando non solo un notevole aumento del numero dei nidi ma anche una grande espansione seppur da confermare con il censimento della seconda parte di area, da effettuarsi nella estate 2025. Con il completamento del censimento quest'anno sarà possibile avere un quadro definitivo sullo stato di conservazione e di espansione di questa popolazione rispetto alla situazione registrata nel 1983.

Attività di divulgazione

Le attività di divulgazione di questo primo anno si sono limitate ad un evento di formazione presso il liceo Galileo Galilei di Poppi.

Siamo riusciti a trovare una soluzione ai problemi burocratici riscontrati in passato per il lancio della App Rufa Ranger, che era stata fatta per il monitoraggio delle due specie di rufa nel parco. Grazie al cambio di impostazione e al passaggio a Kobotoolbox come piattaforma di raccolta dati dovremo essere in grado di lanciare la nuova realtà per inizio maggio.

Bibliografia

Balzani, P., Vizzini, S., Frizzi, F., Masoni, A., Lessard, J. P., Bernasconi, C., ... & Santini, G. (2021). Plasticity in the trophic niche of an invasive ant explains establishment success and long-term coexistence. *Oikos*, 130(5), 691-696.

Beye, M., Neumann, P., Chapuisat, M., Pamilo, P., & Moritz, R. F. A. (1998). Nestmate recognition and the genetic relatedness of nests in the ant *Formica pratensis*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 43, 67-72.

Frizzi, F., Masoni, A., Quilghini, G., Ciampelli, P., & Santini, G. (2018). Chronicle of an impact foretold: the fate and effect of the introduced *Formica paralugubris* ant. *Biological invasions*, 20(12), 3575-3589.

Frizzi, F., Masoni, A., Migliorini, M., Fanciulli, P. P., Cianferoni, F., Balzani, P., ... & Santini, G. (2020). A comparative study of the fauna associated with nest mounds of native and introduced populations of the red wood ant *Formica paralugubris*. *European Journal of Soil Biology*, 101, 103241.

Groppali R, Crudele G (2005) Le formiche del gruppo *Formica rufa* trapiantate nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna. *Quad Stud Nat Romagna* 20:63–73

Masoni A, Frizzi F, Natali C, Bernasconi C, Ciofi C, Santini G (2018) Molecular identification of imported red wood ant populations in the Foreste Casentinesi National Park (Italy). *Conserv Genet Resour*.

Masoni, A., Coppi, A., Balzani, P., Frizzi, F., Fani, R., Zaccaroni, M., & Santini, G. (2022). Assessing molecular diversity in native and introduced populations of red wood ant *Formica paralugubris*. *Animals*, 12(22), 3165.

Masoni, A., Castellucci, F., Piccinini, A., Greco, C., Balzani, P., Frizzi, F., ... & Luchetti, A. (2025). Phylogeographic structure of Italian *Formica pratensis* (Retzius 1783) populations in the framework of the species Eurasian range. *Insectes Sociaux*, 72(1), 79-88.

Nielsen, J. S., Nielsen, M. G., & Offenberg, J. (2018). Experience in transplanting wood ants into plantations for integrated pest management. *Sociobiology*, 65(3), 403-414.

Pavan M (1959) Attività italiana per la lotta biologica con formiche del gruppo *Formica rufa* contro gli insetti dannosi alle foreste. Collana Verde Ministero dell'Agricoltura e Foreste 4:1-78

Pavan M., Ronchetti G., Vendegna V. (1971) Corologia del gruppo *Formica rufa* in Italia. Collana verde 30, Ministero Agricoltura e Foreste, Roma.

Ronchetti, G., Mazzoldi, P., & Groppali, R. (1986). Venticinque anni di osservazioni sui trapianti di *Formica lugubris* Zett. dalle Alpi alle foreste demaniali Casentinesi (Italia Centrale) (Hymen. Formicidae). Istituto di entomologia dell'Università di Pavia.

Stockan, J. A., & Robinson, E. J. (Eds.). (2016). Wood ant ecology and conservation. Cambridge University Press.

Sesto Fiorentino,

Dott. Alberto Masoni

Prof. Giacomo Santini