



UNIVERSITÀ DI PAVIA
Dipartimento di
Scienze della Terra
e dell'Ambiente



BOSCO SIRO NEGRI
riserva naturale integrale

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
Università degli Studi di Pavia
Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente
Area di Ecologia del Territorio



BOSCO SIRO NEGRI
riserva naturale integrale

Rendicontazione, per l'anno 2019,
dei Contributi Ordinari, erogati dal Ministero dell'Ambiente e
della Tutela del Territorio e del Mare, fino al 31/12/2019

Riferimenti:

Prof. Francesco Bracco
Dip. Scienze della Terra e dell'Ambiente Univ.
via Sant'Epifanio 14 – 27100 Pavia
Tel. 0382 984848 - Fax 0382 34240
e-mail francesco.bracco@unipv.it

Pavia, aprile 2020



PREMESSA

La presente relazione espone la rendicontazione dei fondi erogati fino al 31/12/2019 a favore della Riserva Naturale Integrale Statale "Bosco Siro Negri" sita in Zerbolò (PV) (Riserva nel seguito).

Nelle pagine seguenti sono riportate le spese, sostenute dal 01/01/2019 al 31/12/2019, i contributi, erogati nello stesso periodo da codesto Ministero, e il preventivo di spesa, per il periodo 01/01/2020 - 31/12/2020.

Si rammenta che la rendicontazione viene effettuata con cadenza annuale.

Tutte le spese dell'anno 2019 sono state collegialmente concordate in sede di Consiglio di Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente (DSTA nel seguito), i fondi sono stati gestiti su apposito Progetto, sotto la responsabilità del Chiar.mo Prof. Francesco Bracco, Direttore e Direttore e Responsabile Scientifico della Riserva e afferente al Dipartimento stesso, nel capitolo di bilancio "Spese per ricerche finanziate da altri Ministeri" del budget del Dipartimento. Il Direttore e Responsabile Scientifico della Riserva svolge le relative mansioni senza gravare sulle dotazioni della Riserva stessa.

Per l'anno 2020, i fondi saranno gestiti, secondo le modalità previste dall'Amministrazione Universitaria, dalla Segreteria del DSTA che provvederà alla tenuta della contabilità e agli atti relativi all'amministrazione ordinaria della Riserva.



ATTIVITA' SVOLTE NELL'ANNO 2019

Geobotanica

G1/19 – Ecofisiologia funzionale forestale

Le ricerche di ambito eco-fisiologico hanno avuto continuità nell'anno 2019 grazie al rinnovo del finanziamento, da parte della Riserva, dell'Assegno per attività di ricerca dal titolo "Analisi delle caratteristiche funzionali e strutturali delle specie presenti all'interno della Riserva Naturale Integrale Statale "Bosco Siro Negri" (Parco Naturale del Ticino), prosecuzione" e dell'assegno per attività di ricerca "Studio ecofisiologico di specie presenti all'interno della Riserva Naturale Integrale Statale "Bosco Siro Negri" con particolare riferimento alle entità esotiche invasive". E' proseguita l'integrazione sinergica delle attività dei due ricercatori che ha consentito di portare avanti le tematiche di ricerca affrontate. Nell'anno considerato il finanziamento a tale ricerca ha anche incluso di strumentazione, una macchina fotografica abbinabile al microscopio, necessaria al prosieguo delle attività di laboratorio. Tale acquisto può inoltre supportare in modo significativo le attività di ricerca dendroecologica di cui al punto G3/19. Nell'ambito delle ricerche sull'ecofisiologia di *Quercus robur*, specie arborea fondamentale dell'area della Riserva, sono state infine finanziate alcune brevi missioni verso cenosi forestali della Pianura padana, per procedere a campionamenti necessari per ottenere dati di confronto con quelli raccolti nel Bosco Siro Negri. I filoni di ricerca sviluppati nel corso del 2019 hanno riguardato le tematiche seguenti di nuova introduzione o in prosecuzione delle precedenti.

Plasticità ecofisiologica fenotipica delle specie forestali - L'ecosistema forestale a causa dell'ampia eterogeneità delle condizioni di illuminazione negli ambienti compresi richiede alle piante un'elevata capacità di acclimatazione, ottenuta sia attraverso aggiustamenti a livello fogliare che a livello dell'intero individuo vegetale. Oltre al gradiente luminoso all'interno della chioma degli individui arborei è riconoscibile un gradiente che parte dal sottobosco, passando per le chiarie o finestre luminose, fino all'ambiente esterno e caratterizzato, quindi, da un graduale aumento di intensità della densità di flusso fotonico fotosintetico (PPFD).

Di conseguenza per adattarsi ai diversi regimi luminosi le foglie sviluppate in condizioni di bassa, moderata ed elevata radiazione mostreranno delle differenze sostanziali in numerose caratteristiche espresse ad es. da parametri fogliari a livello morfo-anatomico (es. area fogliare, spessore fogliare, superficie fogliare specifica, taglia e densità degli stomi) e a livello fisiologico (es. tassi di fotosintesi netta e efficienza nell'uso dell'acqua) che possono essere utilizzati come indicatori della capacità di adattamento a diversi regimi luminosi.

Tale capacità di un individuo di alterare i suoi tratti fogliari in risposta a specifici cambiamenti dell'ambiente in cui si sviluppa è definita plasticità fenotipica e gioca un ruolo chiave nella capacità di una pianta di adattarsi all'eterogeneità ambientale.

L'obiettivo delle ricerche condotte nell'anno considerato è stato quello di analizzare le variazioni delle caratteristiche morfologiche, anatomiche e fisiologiche fogliari e i parametri ottenuti tramite la fluorescenza della clorofilla, lungo il gradiente luminoso esistente tra sottobosco della Riserva, chiarie e ambiente esterno al bosco.



Le specie prese in esame sono state *Acer campestre* L. e *Crataegus monogyna* Jacq., entrambe diffuse nei tre differenti regimi luminosi individuati lungo il gradiente. Tra le due specie *A. campestre* risulta essere maggiormente adattato a condizioni di scarsa luminosità, essendo tra le specie più tolleranti all'ombra nelle foreste decidue latifoglie, mentre al contrario *C. monogyna* è, tra le due, meno tollerante all'ombra. Con queste premesse le nostre ipotesi di ricerca sono state: che i tratti fogliari da noi analizzati variassero significativamente lungo il gradiente; che tali variazioni sarebbero state differenti nelle due specie; che a causa della compensazione tra tolleranza all'ombra e alla siccità, *A. campestre* avrebbe mostrato da una parte una maggiore capacità di tollerare l'ombra, dall'altra una maggiore sensibilità nelle condizioni di elevata radiazione e stress idrico. Sono stati analizzati i tratti fogliari per un'intera stagione di crescita lungo il gradiente luminoso sottobosco-finestre-esterno, e abbiamo confrontato le variazioni nei tratti fogliari in termini di plasticità fenotipica. Nell'insieme, l'analisi dei dati ha mostrato per entrambe le specie correlazioni significative tra i parametri analizzati a livello morfologico, anatomico, e fisiologico e i valori di flusso fotonico fotosintetico percentuale monitorati lungo il gradiente sottobosco – chiarie - esterno del bosco. I risultati ottenuti, in accordo alle ipotesi di ricerca, hanno evidenziato come tutti i tratti fogliari analizzati subiscano variazioni significative al variare del regime di luce, e in modo particolare, sei tratti SF (superficie fogliare fresca), SLA (superficie fogliare specifica ovvero il rapporto fra la superficie fogliare fresca e il peso secco fogliare), R_D (tasso di respirazione fogliare), ϕ_{PSII} , (efficienza del Fotosistema II), F_V/F_M (efficienza quantica massima del Fotosistema II) e ETR (tasso relativo di trasporto elettronico fotosintetico) su dieci analizzati mostrano plasticità fenotipica che varia in misura significativa tra le due specie. Nell'insieme *Acer campestre* mostra una maggiore plasticità a livello morfologico rispetto a *Crataegus monogyna*, legata principalmente alla sua maggiore tolleranza all'ombra. Inoltre, eccetto che per il parametro ETR, l'acero ha mostrato una plasticità significativamente più elevata nei tratti fisiologici R_D , ϕ_{PSII} e F_V/F_M , che può essere spiegata attraverso la sua maggiore suscettibilità alle condizioni di stress di aridità rispetto a *C. monogyna*.

Funzione di carbon-sink delle specie forestali - Parallelamente allo studio condotto sulle specie arboree all'interno della Riserva Integrale Bosco Siro Negri, è stato seguito un altro filone relativo al ruolo della vegetazione come *sink* di carbonio nel contesto del cambiamento climatico globale. Tale aspetto era stato già in precedenza affrontato all'interno della Riserva portando alla quantificazione del carbonio stoccato nella biomassa delle principali specie arboree e arbustive e alla quantificazione della capacità di sequestro di CO_2 a partire dalla conoscenza dei tassi di fotosintesi netta e del valore dell'indice di area fogliare (LAI). Si è inteso applicare le conoscenze acquisite sui sistemi forestali nell'ambito degli agro-ecosistemi con entità legnose coltivate e in particolare a *Corylus avellana* L. In precedenza era stato valutato il ruolo di *sink* di carbonio in due nocciolieti presenti nel Lazio mentre nell'anno considerato l'indagine si è spostata sui nocciolieti del Piemonte, che risulta tra le quattro regioni italiane in cui tale coltura è più diffusa.

In Italia, secondo produttore mondiale, la coltivazione del nocciolo ha subito un notevole incremento della superficie complessiva investita per tale coltura che è aumentata del 2,3% dal 2018 al 2019, con le superfici più estese situate nel Lazio, Campania, Piemonte e Sicilia.

Nel contesto del cambiamento climatico, può risultare rilevante anche il ruolo degli agro-ecosistemi come potenziali *sink* di carbonio. I frutteti rispetto alle colture annuali presentano



caratteristiche strutturali che gli permettono di sequestrare quantità significative di carbonio atmosferico per lunghi periodi con ridotte fluttuazioni annuali, grazie al loro lungo ciclo di vita, che consente di accumulare il carbonio in organi permanenti come tronco, rami e radici e nel suolo.

Tuttavia, ad oggi, nonostante il ruolo strategico dei frutteti, il loro potenziale di stoccaggio del C è stato solo parzialmente esplorato. Nel caso dei nocciolieti, data l'importanza della specie, la sua diffusione nella vegetazione forestale, e considerando lo studio che ha riguardato i noccioli nel Lazio che ha confermato il loro ruolo come *sink* di carbonio, si è deciso di approfondire l'argomento in Piemonte su due nocciolieti gestiti con diverse forme di coltivazione allo scopo di mettere anche in relazione la capacità di sequestro con la struttura degli individui.

Sono stati presi in considerazione, tra maggio e ottobre 2019, due nocciolieti in Piemonte coltivati con la cultivar 'Tonda Gentile delle Langhe'. Uno localizzato ad Alba (CN), con una densità di individui pari a 400 individui ad ettaro, e sistema di coltivazione "ad alberello" caratterizzato da individui monocauli. La seconda area è localizzata a Lequio Berra (CN) con una densità di 330 individui ettaro e sistema di coltivazione ad arbusto, con individui policauli. Sono stati raccolti i dati microclimatici attraverso data loggers con sensori per la temperatura e l'umidità relativa. È stata descritta la struttura degli arbusti analizzati (altezza totale, altezza della chioma, proiezione della chioma al suolo). Per ciascun nocciolo è stato misurato ogni mese strumentalmente l'indice di area fogliare (LAI). È stata quindi ricavata la superficie foto sintetica totale per individuo. I tassi di fotosintesi netta sono stati misurati mensilmente da maggio ad ottobre, con foglie completamente strutturate, fino all'inizio della fase di senescenza. A partire da tali misure è stata quindi calcolata la capacità di sequestro oraria di CO₂ per arbusto ed è stato quindi ottenuto il valore giornaliero di sequestro di CO₂ per arbusto e il valore mensile per arbusto. Successivamente il sequestro di CO₂ è stato espresso per ettaro sulla base del numero di noccioli presenti ed è stato calcolato il totale annuale di CO₂ sequestrata. I risultati forniscono informazioni importanti relative al ruolo dei nocciolieti coltivati nella capacità di rimuovere CO₂ dall'atmosfera attraverso l'attività fotosintetica e mostrano sostanziali differenze nella capacità di sequestrare CO₂ delle due diverse forme di coltivazione (monocaula e policaule). In particolare, in funzione del valore di LAI, esso è risultato più elevato nel frutteto gestito ad arbusti, rispetto a quello gestito ad alberello. Il trend stagionale del LAI ha evidenziato il valore più elevato in luglio in entrambi i nocciolieti quando le foglie risultavano completamente sviluppate. Anche la superficie fotosintetica totale per individuo è risultata più elevata di oltre il 100% nei noccioli a portamento policaule, rispetto a quello monocaule. I valori giornalieri più elevati del tasso di fotosintesi netta sono stati misurati alle 10.00 h in entrambi i siti e in l'arco temporale considerato. Il trend stagionale di fotosintesi netta non ha mostrato differenza significative tra le due aree, raggiungendo in entrambe i valori più elevati nel mese di maggio e quello più basso nel mese di ottobre. Come conseguenza i valori mensili della capacità di sequestro di CO₂ per ettaro di noccioloieto, in entrambe le aree, sono stati rilevati tra maggio e luglio. Il valore totale annuale di CO₂ sequestrato nei due nocciolieti è risultato significativamente maggiore nell'area gestita con coltivazione ad arbusto [51 Mg(CO₂) ha⁻¹] quasi doppia rispetto all'altra [26 Mg(CO₂) ha⁻¹].

I risultati ottenuti nell'ambito hanno permesso di evidenziare anche il ruolo dei nocciolieti del Piemonte come importanti *carbon sink* nell'ambito del contesto delle problematiche del cambiamento climatico globale.



L'attività di ricerca ha portato alla elaborazione dei seguenti contributi scientifici:

Granata Mirko Umberto., Gratani Loretta., Bracco Francesco., Catoni Rosangela., 2019 - Carbon dioxide sequestration capability of an unmanaged old-growth broadleaf deciduous forest in a Strict Nature Reserve. *JOURNAL OF SUSTAINABLE FORESTRY*, 38(1): 85-96. 10.1080/10549811.2018.1504685. Print ISSN: 1054-9811. Online ISSN: 1540-756X

GRANATA Mirko Umberto., BRACCO Francesco., CATONI Rosangela., 2019 – Phenotypic plasticity of two invasive alien plant species inside a deciduous forest in a strict nature reserve in Italy. *Journal of Sustainable Forestry*, 38(8): 1-19. DOI:10.1080/10549811.2019.1670678

GRANATA Mirko Umberto., BRACCO Francesco., CAVALLORO Valeria, MARTINO Emanuela, CATONI Rosangela, 2019 - Secondary metabolites profile and physiological leaf traits in wild and cultivated *Corylus avellana* under different nutritional status. *Natural Product Research*. <https://doi.org/10.1080/14786419.2019.1682577> Print ISSN 1478-6419. Electronic ISSN 1478-6427.

Catoni Rosangela, Bracco Francesco., Granata Mirko Umberto Analysis of mesophyll conductance in five understory herbaceous species, (accettato per la pubblicazione) - *Physiology and Molecular Biology of Plants*. Electronic ISSN 0974-0430. Print ISSN 0971-5894.

Granata Mirko Umberto, Bracco Francesco, Catoni Rosangela. Carbon dioxide sequestration capability of hazelnut orchard: daily and seasonal trends (accettato per la pubblicazione) - *Energy, Ecology and Environment*. Electronic ISSN 2363-8338. Print ISSN 2363-7692.

Consuntivo spese

Borse e assegni di ricerca	€	43.298,17
Strumenti	€	2.289,94
Missioni	€	469,26



G2/19 –Dinamismo della vegetazione e controlli sulle aree adiacenti

Si è ritenuto di iniziare il lavoro di aggiornamento delle precedenti mappature degli alberi della Riserva compiute a intervalli di circa 10 anni, l'ultima delle quali si è conclusa nel 2010 effettuando una prima revisione della stessa al fine di ottenere un quadro aggiornato della dendroflora esistente.

Considerata inoltre la disponibilità di un primo quadro conoscitivo inerente la presenza e la diffusione delle specie vegetali aliene nel territorio della Riserva su cui si era già operato negli anni precedenti, si è considerato opportuno effettuare un monitoraggio aggiornato delle entità aliene segnalate al fine di mantenere una conoscenza aggiornata in merito alla loro diffusione.

E' stato quindi attribuito un incarico professionale finalizzato a consentire, con la necessaria continuità temporale, l'esecuzione di entrambe le attività nel corso di tutta la stagione vegetativa dell'anno 2020.

Le attività previste comprendono: l'esplorazione sistematica dell'area della Riserva finalizzata a rilevare le entità arboree presenti, la conferma degli esemplari arborei già segnalati, identificazione della fallanze realizzatesi e rilievo di nuovi individui in precedenza non presenti, ripresa di immagini fotografiche georeferenziate della Riserva atte a evidenziare aspetti peculiari della dendroflora, esplorazione sistematica dell'area della Riserva finalizzata a verificare l'esistenza e la consistenza di popolazioni di specie erbacee aliene con particolare attenzione a quelle già segnalate al suo interno o nelle immediate vicinanze quali *Ambrosia artemisifolia* L., *Amorpha fruticosa* L., *Artemisia verlotorum* Lamotte, *Erigeron annuus* (L.) Pers., *Oenothera biennis* L., *Phytolacca americana* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Solidago gigantea* Aiton, *Sorghum halepense* (L.) Pers. e *Sycios angulatus* L. A tali attività verrà associata la raccolta di semi da destinare a coltivazione all'interno dell'Orto Botanico per illustrare caratteristiche e peculiarità della vegetazione della Riserva.

Ha compiuto le sue attività il titolare della borsa di studio semestrale dedicata all'aggiornamento conoscenza della biodiversità flora lichenica della Riserva nel contesto di quella delle aree circostanti e di altre cenosi forestali. Per i tempi della procedura di selezione e di conseguente presa di servizio del borsista tale borsa risulta finanziata e rendicontata dell'anno 2018.

Infine, è proseguito il rilievo dei dati ambientali caratteristici nella Riserva e nell'area immediatamente confinante con la raccolta dei dati freatometrici acquisiti per mezzo di datalogger digitali. Parallelamente è avvenuta la raccolta dei dati di temperatura e umidità per il territorio della Riserva attraverso l'acquisizione in continuo per mezzo di due datalogger digitali. La gestione della raccolta dei dati ambientali è stata effettuata dallo stesso professionista incaricato come consulente tecnico dell'elaborazione del Piano AIB per cui si carica in questa attività una parte del costo del suo incarico.

L'attività di ricerca ha portato alla elaborazione dei seguenti contributi scientifici:

- CUSARO Carlo Maria, ROGLEDI Martina, BRUSONI Maura, BRACCO Francesco, 2019 - 6 = Evaluation of the invasiveness of non-native plant species in the "Bosco Siro Negri" Natural Reserve (Pavia, Lombardy, Italy). *Abstracts Key note Lectures, Communications, Posters.114° Congresso della Società Botanica Italiana, VI International Plant Science Conference (IPSC) Padova 4-7 settembre 2019*: 174. ISBN 978-88-85915-23-7



- Gheza, G. Chiatante, G. Tassone, P. Odicino, M. Tescari, M. L. Nascimbene, J. Assini, S. Bogliani, G. Bracco, F. Porro, F. Porro, Z. (2019) Dai boschi naturali ai boschi d'impianto: confronti tra comunità licheniche ed ornitiche. *32° Convegno della Società Lichenologica Italiana – Bologna, poster. Not. Scoc. Ital. Lich.* 32:54.

Consuntivo spese

Incarichi a consulenti	€	5.506,80
------------------------	---	----------

A sostegno di questa linea di ricerca l'incarico professionale relativo al monitoraggio della dendroflora e delle entità aliene è stato inoltre finanziato, facendo uso di fondi residui degli anni precedenti per € 7.500,00. Le risorse impiegate per queste attività risultano quindi complessivamente di € 13.006,80.



G3/19 – Dendroecologia

Nell'ambito di questa tematica, l'attività di ricerca svolta durante l'anno 2019 è stata dedicata a completare l'indagine dendroanatomica basata sull'analisi delle caratteristiche anatomiche degli anelli di accrescimento annuale, per identificare i parametri anatomici più sensibili alle variazioni inter-annuali e di lungo periodo dei fattori climatici. Sono stati messi a punto i metodi di misura e quantificazione delle caratteristiche anatomiche per le specie *Quercus robur* L. e *Robinia pseudoacacia* L. nella Riserva e sono stati identificati i parametri anatomici che meglio rispondono alle variazioni climatiche per entrambe le specie. I dati acquisiti sono stati correlati con i valori mensili di precipitazioni e temperature degli ultimi 50 (1954-2005) e hanno permesso di individuare i fattori climatici che più influenzano l'accrescimento annuale nel suo complesso, ma anche il numero di vasi e il loro diametro in ogni anello. I risultati sono stati presentati a un congresso internazionale nel mese di maggio e la Riserva ha finanziato la partecipazione a esso da parte di uno dei ricercatori coinvolti. Infine le attività svolte da questo gruppo di ricerca sono state sostenute dalla Riserva anche mediante il finanziamento di una Borsa per attività di studio dal titolo "Deperimento della farnia (*Quercus robur* L.) ed eventi climatici estremi: uno studio comparativo tra la Riserva Bosco Siro Negri e altri querceti planiziali", aprendo una linea di studio inerente la complessa e discussa problematica del deperimento della farnia.

L'attività di ricerca ha portato alla elaborazione del seguente contributo scientifico:

- Paola NOLA, Francesco BRACCO, Silvia ASSINI, Georg VON ARX, Daniele CASTAGNERI, 2019 - Climate responses of xylem anatomical traits favor the alien black locust over the coexisting native pedunculate oak in a temperate alluvial forest. In Battipaglia G., Marzaioli R. eds., *Proceedings of Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology Trace 2019. 7-10 May 2019, San Leucio Caserta, Italy: 137. Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli - Dendrolab, Association for Tree Research.*

Consuntivo spese

Borse e assegni di ricerca	€	6.000,00
Missioni	€	774,60

A sostegno di questa linea di ricerca è stato inoltre finanziato, facendo uso di fondi residui degli anni precedenti per € 4.340,00 anche un incarico professionale inerente la preparazione di campioni per gli studi dendroecologici e l'esecuzione di misure di serie annuali di accrescimento con l'utilizzo di strumentazione specialistica dedicata. Le risorse impiegate per questa attività risultano quindi complessivamente di € 11.114,60.



Consuntivo spese Geobotanica (G1 – G3) sostenute sui fondi anno 2019

Borse e assegni di ricerca	€	49.298,17
Strumenti	€	2.289,94
Missioni	€	1.243,86
Incarichi a consulenti	€	5.506,80
	totale	€ 58.338,77

Alla cifre indicate si sommano, facendo uso di fondi residui degli anni precedenti come specificato in calce alle singole attività, complessivamente € 11.840,00 per attribuzione di incarichi professionali.



Funghi saprofiti e patogeni

Nell'ambito del completamento del lavoro scientifico dell'assegnista di ricerca impegnata nel progetto "Valorizzazione della Riserva Naturale Statale Bosco Siro Negri come riserva biogenetica e metabolomica di funghi e piante" sopra citato assegno di ricerca sono state svolte le attività di campionamento e mappatura di macromiceti lignicoli; isolamento di nuovi ceppi in coltura pura; analisi molecolari per la conferma dell'identità degli isolati; è stata inoltre svolta attività didattica inerente la Riserva.

Nel dettaglio, le attività svolte sono state le seguenti

1. Campionamento di specie lignicole (*Basidiomycota*); tra gli ultimi ritrovamenti si segnalano in particolare le seguenti specie corticioidi, identificate su base morfologica: *Coniophora hanoiensis* (su *Quercus robur*); *Coniophora arida* var. *suffocata* (su *Hedera helix*); *Scytinostroma ochroleucum* (su *Ulmus minor*); *Scytinostroma odoratum* (su *Q. robur*). Secondo i dati di presenza disponibili, tali specie sembrano essere rare in Italia e comunque sono difficilmente discernibili entro complessi di specie poco studiate. Poiché in questi casi l'analisi molecolare è di fondamentale supporto per una corretta identificazione specifica, si è tentato anche l'isolamento del ceppo in coltura pura anche se al momento, i risultati non appaiono soddisfacenti. Si segnala che la specie patogena *Inonotus radiatus* è stata ritrovata in due opposti settori della Riserva, rispettivamente su *Corylus avellana* e su *Q. robur*, ma comunque con modalità di crescita saprotrofa (perlomeno al momento del rilievo) e sporomi di dimensioni limitate.
2. Oltre ai casi delle summenzionate specie corticioidi, l'identificazione su base molecolare (regione ITS) di ceppi isolati selezionati ha prodotto i seguenti risultati:
 - *Fomitiporia mediterranea* di cui era già stato segnalato un ceppo presso la Riserva, viene confermata al posto di *Phellinus punctatus*, che è del tutto indistinguibile su base macro e micromorfologica; la biogeografia del genere *Phellinus* e la sua distinzione sistematica da *Fomitiporia* sono tuttora oggetto di dibattito scientifico cui questi ceppi potrebbero portare un utile contributo.
 - *Phellinus ferruginosus*, un'altra *Hymenochaetacea* a distribuzione europea centromeridionale; la Riserva ha fornito il primo ceppo isolato e mantenuto presso la micoteca dell'Università di Pavia (MicUNIPV).
3. Sono attualmente in corso di svolgimento le analisi per l'identificazione molecolare (regione ITS) di ceppi provenienti dalla Riserva ed attribuiti su base morfologica alle seguenti specie: *Inonotus radiatus* e *Pleurotus calyptratus*. La prima specie citata con riferimento alla sua potenziale patogenicità, è oggetto di ricerca di carattere tassonomico. In generale, un contributo importante alla sua conoscenza potrebbe appunto provenire dal confronto tra ceppi italiani (e in generale dell'Europa meridionale) e ceppi delle aree più settentrionali. La seconda specie, se confermata, risulterebbe una entità molto rara sul territorio italiano e che ha fatto registrare almeno due stazioni di crescita nella Riserva. La sua ecologia è saprotrofa, e strettamente legata a *Populus*, che presumibilmente è suo ospite esclusivo (il ceppo è stato isolato da *P. nigra*) e contribuisce a distinguerne i campioni dall'affine *Pleurotus dryinus*.
4. La resina spontaneamente secreta da individui di *Hedera helix* di varia classe dimensionale è stata utilizzata per la prima volta (secondo quanto emerso da un'accurata indagine bibliografica) in prove di tossicità nei confronti di macro e microfunghi. Benché le indagini siano ancora ad un livello preliminare, sono emersi i interessanti proprietà di inibizione della crescita verso Basidiomiceti, Mucor e Trichoderma, batteri e lieviti.

Nonostante la sua limitata estensione, la Riserva ha mostrato una notevole biodiversità della componente fungina, dai micro ai macromiceti, dai saprotrofi ai parassiti; scarseggiano invece i



funghi micorrizici e ciò è da imputare sia all'età del bosco sia alle ricorrenti esondazioni del fiume Ticino.

Nel 2019 è stata data continuità allo studio micologico in corso nella Riserva Bosco Siro Negri con l'istituzione e il finanziamento di una Borsa per attività di Studio e di Ricerca sul tema "Valorizzazione della RNS Bosco Siro Negri attraverso il monitoraggio della biodiversità dei funghi lignocellulosici e la loro relazione con il patrimonio arboreo".

La ricerca ha portato alla elaborazione dei seguenti contributi scientifici:

- Vigna L., Morelli F., Agnelli G.M., Napolitano F., Ratto D., Occhinegro A., Di Iorio C., Savino E., Girometta C., Brandalise F., Rossi P., 2019. *Hericium erinaceus* improves mood and sleep disorders in patients affected by overweight or obesity: could circulating pro-bdnf and bdnf be potential biomarkers? *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* Volume 2019, Article ID 7861297. <https://doi.org/10.1155/2019/7861297>.
- Angelini P., Girometta C., Tirillini G., Moretti S., Covino S., Cipriani M., D'Ellena E., Angeles G., Federici E., Savino E., Cruciani G., Venanzoni R., 2019. A comparative study of the antimicrobial and antioxidant activities of *Inonotus hispidus* fruit and their mycelia extracts. *International Journal of Food Properties*. 22:1,768-783, DOI: 10.1080/109429L2.2019.1609497.
- Girometta C., Picco A.M., Baiguera R.M., Dondi D., Babbini S., Cartabia M., Pellegrini M., Savino E., 2019. Physico-Mechanical and Thermodynamic Properties of Mycelium-Based Biocomposites: a Review. *Sustainability*, 11 (281). doi : 10.3390/su11010281.
- Scano A., Serafi G., Fais S., Bomboi S., Peri M., Ibbia A., Girometta C., Orrù G., Rossi P., Sanna P., Coghe F., Ratto D., Corana F., Mannucci B., Priori E.C., Cobelli F., Roda E., Cesaroni V., Girometta C., Bottone M.G., Savino E., Kawagishi H., Rossi P., 2019. *Hericium erinaceus* Improves recognition memory and induces hippocampal and cerebellar neurogenesis in frail mice during aging. *Nutrients*, 11(4), 715.
- Girometta C., 2018. Antimicrobial properties of *Fomitopsis officinalis* in the light of its bioactive metabolites: a review. *Mycology*. <https://doi.org/10.1080/21501203.2018.1536680>.
- Cesaroni V., Brusoni M., Cusaro C.M., Girometta C., Perini C., Picco A.M., Rossi P., Salerni E., Savino E., *Hericium* species molecular analysis looking for a standardization of medicinal mushroom use. (in corso di stampa). *International Journal of Medicinal Mushrooms*

Pubblicazioni attualmente sottoposte a revisione:

- Girometta C., Dondi D., Baiguera R.M., Lazzaroni S., Bracco F., Branciforti D.S., Savino E., Characterization of mycelia from wood-decay species by TGA and IR spectroscopy. *Cellulose*.

Partecipazione a congressi nazionali e internazionali

- C. Girometta, S. Babbini, R.M. Baiguera, D. S. Branciforti, M. Cartabia, D. Dondi, A.M. Picco, E. Savino. Screening of strains from wood decay species for advancement of mycelium-based materials technology. *18th Congress of European Mycologists (Warsaw - Bialowieza, 16-21 settembre 2019), organizzato dall'European Mycological Association. Accettato per comunicazione orale (relatore designato: Girometta C.)*.

Consuntivo spese sostenute sui fondi anno 2019

Borse e assegni di ricerca	€	10.200,00
	totale	€ 10.200,00



Fauna

Carabidofauna - Nell'ambito delle attività del gruppo di ricerca faunistica è proseguita la linea di ricerca inerente lo studio della carabidofauna della Riserva con la chiusura delle attività dell'assegno di ricerca già finanziato nell'anno precedente e con l'istituzione di una nuova borsa di studio le cui attività di ricerca sono dedicate a "Indagini sulla diversità entomologica nella Riserva Naturale Integrale Bosco Siro Negri e negli ambienti forestali vetusti italiani e europei" con particolare riferimento al contesto territoriale della Riserva. Nello specifico si prevede di approfondire le conoscenze sulla carabidofauna della Riserva posta all'interno del territorio del Parco della Valle del Ticino analizzandone la composizione specifica e valutando il ruolo degli elementi lineari del paesaggio (rappresentati principalmente dai filari boschivi) come corridoi ecologici per tali specie e di descrivere la diversità di specie di coleotteri carabidi, coleotteri stafilinidi, ragni, lepidotteri ed ortotteri presenti nel Parco della Valle del Ticino.

Ornitofauna - Nell'ambito delle attività di questo gruppo di ricerca è anche proseguito il finanziamento da parte della Riserva a una borsa di studio per attività di ricerca sul tema "Le comunità di uccelli del Bosco Siro Negri e del SIC Bosco Siro Negri e Moriano" il cui obiettivo principale è stato lo studio dell'avifauna nidificante nell'area protetta e delle sue esigenze ambientali.

E' stato effettuato il monitoraggio dell'avifauna nidificante su un totale di 60 transetti situati sia nella Riserva che nelle aree forestali naturali e seminaturali circostanti. A titolo comparativo sono stati effettuati rilevamenti anche nei pioppeti di impianto presenti all'intorno. I monitoraggi sono stati ripetuti per tre volte tra il mese di febbraio e il mese di maggio. I Picidi (picchio rosso maggiore *Dendrocopos major* e picchio rosso minore *Dryobates minor*), sono stati oggetto di studio particolare in riferimento alla loro attività riproduttiva con il monitoraggio puntuale dei nidi ritrovati. Sono state complessivamente censite una ventina di specie potenzialmente nidificanti nel territorio della Riserva.

Teriofauna - La problematica dei danni alla vegetazione e all'ambiente della Riserva dovuti alla frequentazione dei mammiferi selvatici, con particolare riferimento al cinghiale, era già stata presa in considerazione nell'anno precedente. Si è inteso proseguire tale attività di ricerca con il cofinanziamento di un assegno di ricerca che analizza la situazione della Riserva all'interno del contesto territoriale e di tutela in cui essa è collocata. E' stato quindi istituito un assegno per attività di ricerca dal titolo "Monitoraggi faunistici e indagini ecologiche nella Riserva Statale Bosco Siro Negri e nel SIC Boschi Siro Negri e Moriano". Nell'area di indagine sono in corso i monitoraggi faunistici, in particolare di vertebrati terrestri. Per quanto concerne i mammiferi il monitoraggio della teriofauna viene realizzato utilizzando vari metodi, differenti a seconda delle specie o dei gruppi di specie, in relazione alle loro caratteristiche ecologiche. In particolare saranno adottati i metodi seguenti: monitoraggio dei segni indiretti di presenza lungo transetti lineari, fototrappolaggio, trappolaggio a vivo con trappole Sherman per i micro mammiferi, censimenti notturni con sorgente luminosa, trappole di pelo (*hair-tubes*) per roditori arboricoli, *nest-tubes* per il moscardino (*Muscardinus avellanarius*), campionamenti con *bat-detector* per i chiroteri. Ciascun metodo potrà fornire dati sulla presenza/assenza delle specie, nonché sulla loro abbondanza e/o densità. Inoltre sarà possibile verificare la presenza di relazioni specie-ambiente anche a livello stagionale.

Una linea di ricerca particolare è volta alla definizione del Ruolo della fauna selvatica come vettore della dispersione dei semi. I monitoraggi faunistici previsti consentiranno di raccogliere gli escrementi di mammiferi (in particolare carnivori e ungulati) e uccelli che saranno successivamente analizzati in laboratorio. In tal modo, oltre a ricavare dati sulla dieta delle singole



specie, sarà possibile definire il ruolo che esse hanno come seed-dispersers. Il fine è identificare le specie vegetali maggiormente disperse, anche in relazione alla disponibilità di frutti carnosì nell'area di indagine. Saranno altresì effettuate osservazioni focali sia dirette sia con il fototrappolaggio delle piante con frutti carnosì al fine di identificarne i principali agenti dispersori. Tra le specie utilizzate dalla fauna sono annoverate varie entità aliene, quali ad es. *Phytolacca americana* L., considerate invasive in Lombardia si intende stabilire il ruolo della fauna nella dispersione di specie alloctone.

Il cinghiale (*Sus scrofa*) è, tra le specie presenti all'interno della Riserva, quella che potrebbe arrecare danni alla flora spontanea. Per valutare l'eventuale impatto che questa specie ha sulla flora selvatica verrà innanzitutto analizzata la dieta della specie attraverso l'analisi degli escrementi. In tal modo sarà possibile determinare l'utilizzo da parte del cinghiale di specie vegetali più o meno vulnerabili presenti nella Riserva. Inoltre, durante i monitoraggi faunistici si farà particolare attenzione alla presenza di grufolate sul terreno, che saranno analizzate per identificare le variabili ambientali che influiscono su tale attività. Al fine di evidenziare effetti negativi dell'attività di rooting del cinghiale, saranno confrontate la composizione floristica e le caratteristiche fisico-chimiche del terreno, sia nelle zone di alimentazione sia in aree in cui non si evidenzia l'attività di rooting. Tale confronto potrà essere effettuato anche tramite realizzazione di recinti di esclusione, ovvero piccole aree chiuse da una recinzione in cui l'accesso al cinghiale non è consentito con cui effettuare il confronto statistico.

Rettili e anfibi - E' stata intrapresa una nuova linea di ricerca zoologica finalizzata a integrare le conoscenze faunistiche disponibili per la Riserva prendendo in considerazione anfibi e rettili. Questo ha comportato il finanziamento di una borsa di studio e di ricerca le cui attività sono dedicate a definire gli "Aspetti distributivi, eco-etologici e conservazionistici di Anfibi e Rettili nella Riserva Naturale Integrale Bosco Siro Negri". L'obiettivo dello studio è raccogliere dati di presenza e abbondanza relativa di tutte le specie di Anfibi e Rettili potenzialmente presenti all'interno del Bosco Siro Negri e di stabilire il ruolo dei fattori ambientali che determinano la loro distribuzione. Particolare attenzione sarà dedicata alle specie più interessanti da un punto di vista conservazionistico, ossia quelle presenti nell'allegato II della "Convenzione di Berna" e negli allegati II e IV della "Direttiva Habitat" 92/43/CEE (ad esempio *Rana latastei*), sia da un punto di vista ecologico che comportamentale. Ciò sarà possibile sia attraverso osservazioni raccolte direttamente sul campo che tramite esperimenti appositamente predisposti in laboratorio presso le strutture del Dipartimento di Scienze della terra e dell'Ambiente dell'Università di Pavia. A causa dei tempi amministrativi necessari all'attivazione della borsa di studio, istituita nel mese di novembre, e della stagionalità delle faune interessate, l'inizio dell'attività sperimentale di raccolta dati è previsto per i primi mesi del 2020 per continuare durante il ciclo stagionale.

La ricerca ha portato alla elaborazione dei seguenti contributi scientifici:

Pubblicazioni

- Della Rocca, F., Bogliani, G., Breienr, F. T., & Milanese, P. (2019). Identifying hotspots for rare species under climate change scenarios: Improving saproxylic beetle conservation in Italy. *Biodiversity and Conservation*, 28, 433–449. <https://doi.org/10.1007/s10531-018-1670-3>
- Della Rocca, F., & Milanese, P. (sottomesso per la pubblicazione). Combining climate, land use change and dispersal to predict the distribution of endangered species with limited vagility. *Journal of Biogeography*.
- Porro, Z., Chiatante, G., & Bogliani, G. (sottomesso per la pubblicazione). Associations between forest specialist birds and composition of woodland habitats in a highly modified landscape. *Forest Ecology and Management*.



Comunicazioni a congressi

- Porro, Z. Chiatante, G. Bogliani, G. (2019) Gli uccelli forestali nelle formazioni arboree naturali e antropogene della pianura padana occidentale. *VIII Convegno Regionale "Le scienze naturali in Piemonte"* – Grugliasco, comunicazione orale.
- Porro, Z. Tescari, M. L. Odicino, M. Bogliani, G. Chiatante, G. (2019) Associations between deadwood, woodpeckers and bird diversity in poplar plantations. *Convegno Italiano di Ornitologia – Napoli*, comunicazione orale.
- Porro, Z. Chiatante, G. Bogliani, G. (2019) The complex link between secondary habitats and Lesser Spotted Woodpecker in a highly modified landscape. *International Woodpecker Conference – Bialowieza*, poster.

Consuntivo spese sostenute sui fondi anno 2019

Borse e assegni di ricerca	€	40.205,00
	totale	€ 40.205,00

A sostegno di queste linee di ricerca, facendo uso di fondi residui degli anni precedenti per € 7.203,60, è stato inoltre completato il finanziamento della borsa di studio "Le comunità di uccelli del Bosco Siro Negri e del SIC Bosco Siro Negri e Moriano" sopra citata. Le risorse impiegate per questa attività risultano quindi complessivamente di € 47.408,60.



Comunicazione scientifica e divulgativa

Anche nel corso dell'anno 2019 è stata effettuata l'attività di divulgazione incentrata sulla valorizzazione delle entità autoctone della Riserva diretta alle scuole e al pubblico in generale, attraverso le visite guidate all'Orto Botanico, le strutture disponibili presso il Centro Didattico Divulgativo, l'implementazione del sito Web illustrativo delle collezioni dell'Orto Botanico e il sito web della Riserva. Tutto il personale scientifico impegnato nella Riserva, borsisti e assegnisti di ricerca, ha dedicato una quota della propria attività alla divulgazione dei contenuti naturalistici della stessa di volta in volta nei confronti di studenti universitari, alunni delle scuole e pubblico generale. In tal ambito ha poi proseguito la sua attività la borsista impegnata sulla tematica "Valorizzazione e divulgazione dei contenuti botanico-naturalistici della Riserva Bosco Siro Negri". Sono state effettuate attività di progettazione e attività di educazione relative alla Riserva Naturale utilizzando il Centro didattico-divulgativo della stessa. La borsista ha elaborato una presentazione divulgativa delle principali specie vegetali della Riserva e ha collaborato nella elaborazione dei materiali necessari all'allestimento dei tabelloni rivolti al pubblico posti all'ingresso della stessa. A questa attività viene associata una quota del costo di questi ultimi. I titolari di borse di studio e di assegni ricerca hanno inoltre contribuito alla comunicazione in sede scientifica mediante la pubblicazione di numerosi lavori su riviste qualificate a diffusione internazionale. A tal fine la Riserva ha contribuito alle spese di pubblicazione open-access di uno dei lavori scientifici realizzati al suo interno.

Consuntivo spese sostenute sui fondi anno 2019

Borse e assegni di ricerca	€	5.370,45
Acquisto materiale	€	274,50
Spese di pubblicazione	€	2.921,90
	totale	€ 8.566,85

A sostegno di questa attività è stata inoltre finanziata, facendo uso di fondi residui degli anni precedenti, per € 6.900,00 una borsa di studio dedicata alla valorizzazione didattica dei contenuti naturalistici della Riserva. Nel 2018 la Riserva era stata partner dell'Università di Pavia nell'organizzazione e nel finanziamento della Summer School Internazionale "Methods in Forest Ecology 2018" svoltasi nel settembre 2018. Nell'ambito del gruppo internazionale di docenti costituito da esperti ricercatori italiani ed esteri particolarmente impegnati in studi avanzati su queste tematiche si è avuta qualche difficoltà nel terminare le pratiche di pagamento per € 575,85, che sono quindi slittate per uno dei docenti incaricati al 2019. Le risorse impiegate per questa attività risultano quindi complessivamente di € 16.042,70



Antincendio

Nel corso del 2019 è stata approntata la relazione di aggiornamento annuale 2020 del Piano AIB 2017-2021 della Riserva redatto in collaborazione con il consulente tecnico, è stato conferito un incarico professionale, che ne ha predisposto la documentazione e gli apparati cartografici. Nel mese di novembre è stato rilevato il danneggiamento della strada di accesso alla Riserva innescato dall'erosione causata dall'esonazione del Ticino in occasione dell'evento di piena occorso. Il consulente AIB ha provveduto a pianificare i lavori di ripristino della percorribilità per garantire l'accesso in occasione dell'eventuale intervento dei mezzi antincendio. Allo stesso fine si è chiesto l'intervento di una ditta specializzata per la rimozione dalla strada di attraversamento di un grande individuo arboreo di *Populus alba* schiantatosi su di essa nel corso di un temporale estivo e che ne causava la completa ostruzione. E' stata realizzata e installata la cartellonistica di avviso e di informazione al pubblico in corrispondenza degli ingressi della strada di attraversamento della Riserva.

Per garantire la disponibilità di dati meteorologici necessari alla caratterizzazione della Riserva ai fini della valutazione del rischio di incendi sono stati acquisiti dieci microcomputer Arduino, che equipaggiati con gli adatti sensori, potranno integrare il monitoraggio già in atto.

All'informazione e alla divulgazione delle tematiche relative all'antincendio boschivo è stata dedicata parte delle attività di didattica e divulgazione dai borsisti e assegnisti operanti nella Riserva con particolare riferimento alla ricercatrice impegnata nelle attività di divulgazione.

Tutto il personale attivo nella Riserva e coinvolto nelle attività di ricerca e gestione ha prestato per una quota del proprio tempo in attività di sorveglianza finalizzate alla prevenzione degli incendi boschivi. Tale attività è stata commisurata nel 10% dell'importo complessivo finanziato dalla Riserva per borse e assegni di ricerca che viene qui imputato.

Consuntivo spese sostenute sui fondi anno 2019

Sorveglianza (Borse e assegni di ricerca quota 10%)	€	8.335,45
Incarichi a consulenti	€	11.500,00
Strumenti	€	233,02
Manutenzione strada di accesso	€	817,40
Acquisto materiale	€	274,50
	totale	€ 21.160,37

A sostegno delle attività AIB sono stati inoltre finanziati, facendo uso di fondi residui degli anni precedenti, il ripristino della strada di accesso alla Riserva danneggiata dalla piena fluviale per €1.708,00 e pro quota la borsa di studio per l'attività dedicata alla comunicazione e formazione per € 2.300,00 e alla sorveglianza AIB per € 800,40. Le risorse impiegate per questa attività risultano quindi complessivamente di € 25.968,77.



Gestione e rapporti con il Ministero

Durante tutto l'anno, fino al momento della redazione della rendicontazione, sono stati raccolte le informazioni su attività svolte e risultati conseguiti, grazie al coordinamento con i Docenti del Dipartimento, in qualità di responsabili scientifici delle diverse linee di ricerca e con il loro collaboratori¹, autorizzati a svolgere attività scientifica all'interno della Riserva.

Sulla base della collezione dei dati di cui sopra, è stata predisposta la rendicontazione scientifica ed economica per l'anno 2019, ordinata per aree di ricerca, conforme alle direttive del Ministero.

Sono stati gestiti i rapporti con il Ministero, con particolare riguardo alla trasmissione della documentazione relativa alla spesa per il Piano AIB e alle spese di natura obbligatoria.

E' stato dato supporto all'istruzione delle pratiche amministrative, successivamente evase dalla Segreteria, legate alle numerose attività scientifiche che si svolgono nella Riserva, con monitoraggio delle attività dei ricercatori, soprattutto per quanto attiene il rispetto dei tempi e gli adempimenti formali. Tali funzioni sono state svolte dal responsabile scientifico e dal personale del Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente. Nell'anno considerato non vi sono stati costi imputati a tali attività.

Quadro sinottico riassuntivo delle spese sostenute sui fondi anno 2019

Geobotanica	€	58.338,77
Funghi saprofiti e patogeni	€	10.200,00
Fauna	€	40.205,00
Comunicazione scientifica e divulgativa	€	8.566,85
Antincendio	€	21.160,37
TOTALE	€	138.470,99

Il computo totale delle spese effettuate nel 2019 ha inoltre comportato l'utilizzo di € 31.327,85 su fondi residui degli anni precedenti come indicato in calce al consuntivo delle singole attività. Questi includono i pagamenti pendenti segnalati nel rendiconto 2018 per un incarico a consulente per le ricerche dendroecologiche e il compenso per docenza nella Summer School Internazionale "Methods in Forest Ecology" tenutasi in quell'anno nella Riserva.

Il Direttore e Responsabile scientifico RNIS "Bosco Siro Negri"
Prof. Francesco Bracco

Documento firmato digitalmente

¹ Titolari di Borse per attività di Ricerca e di Assegni di ricerca, Specialisti incaricati, Dottorandi di ricerca e Laureandi delle lauree triennali e magistrali dell'Ateneo