



BIOAQUAE
Biodiversity Improvement of Aquatic Alpine Ecosystems

Piano di eradicazione per il salmerino di fonte

Brook trout eradication plan

2013

Progetto di conservazione

Edito da Ente Parco Nazionale Gran Paradiso Via della Rocca 47, 10123, Torino, Italia
nell'ambito del Progetto LIFE Bioacquae (*Biodiversity Improvement of Aquatic Alpine Ecosystems*)

Curatore: Rocco Tiberti
DSTA, Via Ferrata 1, 27100 Pavia
rocco.tiberti@gmail.com

In copertina: lago Dres in valle Orco (foto A. Provenzale)

Conservation project

Edited by Ente Parco Nazionale Gran Paradiso, Via della Rocca 47, 10123, Torino, Italia
as a part of the LIFE Bioacquae (*Biodiversity Improvement of Aquatic Alpine Ecosystems*) project

Author: Rocco Tiberti
DSTA, Via Ferrata 1, 27100 Pavia
rocco.tiberti@gmail.com

Cover: lake Dres, Orco valley (photo A. Provenzale)



BIOAQUAE
Biodiversity Improvement of Aquatic Alpine Ecosystems

Piano di eradicazione per il salmerino di fonte

Brook trout eradication plan

Eradicazione di pesci alloctoni (*Salvelinus fontinalis*) attraverso l'uso intensivo di reti da pesca e elettropesca da 4 laghi alpini nel Parco Nazionale del Gran Paradiso

Eradication of introduced fish (*Salvelinus fontinalis*) by intensive gill-netting and electrofishing from 4 alpine lakes in the Gran Paradiso National Park

Rocco Tiberti



2013

Eradicazione di pesci alloctoni (*Salvelinus fontinalis*) attraverso l'uso intensivo di reti da pesca e elettropesca da 4 laghi alpini nel Parco Nazionale del Gran Paradiso

Eradication of introduced fish (*Salvelinus fontinalis*) by intensive gill-netting and electrofishing from 4 alpine lakes in the Gran Paradiso National Park

INDICE	CONTENTS
1 INTRODUZIONE GENERALE p.1	1 GENERAL INTRODUCTION p.1
1.1 Studi preliminari p.3	1.1 Preliminary studies p.3
1.2 Aspetti innovativi p.3	1.2 Innovative aspects p.3
1.3 I laghi p.4	1.3 The lakes p.4
2 OBIETTIVI p.5	2 AIMS p.5
3 METODI p.5	3 METHODS p.5
3.1 Azioni C.1 e C.2 p.5	3.1 Actions C.1 e C.2 p.5
3.1.1 <u>Timetable p.5</u>	3.1.1 <u>Timetable p.5</u>
3.1.2 <u>Strumentazione p.8</u>	3.1.2 <u>Equipment p.8</u>
3.1.3 <u>Metodi p.8</u>	3.1.3 <u>Methods p.8</u>
3.2 Azione D.1 p.14	3.2 Azione D.1 p.14
3.2.1 <u>Timetable p.14</u>	3.2.1 <u>Timetable p.14</u>
3.2.2 <u>Strumentazione p.14</u>	3.2.2 <u>Equipment p.14</u>
3.2.3 <u>Metodi p.15</u>	3.2.3 <u>Methods p.15</u>
3.2.4 <u>Prodotti del monitoraggio p.18</u>	3.2.4 <u>Monitoring outputs p.18</u>
4 RISULTATI ATTESI p.18	4 EXPECTED RESULTS p.18
4.1 Risultati attesi p.18	4.1 Expected results p.18
4.2 Valorizzazione e continuazione del progetto p.19	4.2 Project promotion and continuation p.19
5 BIBLIOGRAFIA	5 REFERENCES

Eradicazione di pesci alloctoni (*Salvelinus fontinalis*) attraverso l'uso intensivo di reti da pesca e elettropesca da 4 laghi alpini nel Parco Nazionale del Gran Paradiso

Eradication of introduced fish (*Salvelinus fontinalis*) by intensive gill-netting and electrofishing from 4 alpine lakes in the Gran Paradiso National Park

Rocco Tiberti^{1,2}

¹ DSTA – Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Via Ferrata 9, 27100 Pavia, Italy

² Wildlife Research Centre, Parco Nazionale Gran Paradiso, 11, 11010 Valsavarenche, Aosta, Italy

1. INTRODUZIONE GENERALE

Le specie alloctone invasive sono una delle maggiori cause di perdita di biodiversità e provocano imponenti danni ambientali ed economici. L'articolo 8 (h) della Convenzione sulla Biodiversità obbliga le Parti Contraenti a "prevenire l'introduzione e a controllare o eradicare le specie alloctone che minacciano gli ecosistemi, gli habitat o le specie originarie". Nel 2003 l'Unione Europea ha integrato questi principi nella Convenzione di Berna sotto il nome di "European Strategy on Invasive Alien Species". Infine nel 2008 è stata pubblicata la Comunicazione "Verso una strategia comunitaria per le specie invasive", che ha innescato un dibattito tra le parti interessate e le istituzioni europee e nel giugno 2009 il Consiglio "Ambiente" ha invitato ad elaborare una valida strategia che colmasse le lacune a livello dell'UE in materia di specie alloctone mentre il Comitato Economico e Sociale europeo e il Comitato delle Regioni hanno chiesto espressamente che si elaborasse un testo di legge in questo campo. Attualmente anche la Commissione UE sta lavorando ad una strategia UE sulle specie invasive. Tali indirizzi trovano corrispondenza a livello nazionale nella SNB (Strategia Nazionale per la Biodiversità) che prevede di "mettere in atto programmi e iniziative volte a (1) prevenire l'introduzione e l'invasione di specie alloctone, (2) assicurare la rapida identificazione e rimozione dei nuclei di nuovo insediamento, (3) attivare azioni coordinate di eradicazione e controllo per le specie già insediate nel territorio nazionale e di mitigazione degli impatti sulle specie e gli ecosistemi colpiti".

L'introduzione di specie ittiche alloctone è una minaccia per molti ecosistemi acquatici e interessa anche alcuni tra gli ecosistemi più remoti e meno soggetti a fonti di

1. GENERAL INTRODUCTION

Invasive alien species are a major cause of biodiversity loss and cause huge environmental and economic damages. Article 8 (h) of the Convention on Biological Diversity obliges the Contracting Parties to "Prevent the introduction of, control or eradicate those alien species which threaten ecosystems, habitats or species". In 2003 the European Union has integrated this principle in the Berne Convention under the name of "European Strategy on Invasive Alien Species". Finally, in 2008 the Communication "Towards an EU Strategy on Invasive Species" was published and sparked a debate among stakeholders and the European institutions. In June 2009 the EU Environment Council promoted the development of an effective strategy to overcome the difficulties at an European level in respect of non-native species. At the same time the European Economic and Social Committee (EESC) and the Committee of the Regions have specifically required the approval of a bill to govern these regulatory aspects. Currently, the EU Commission is also working on an EU strategy on invasive species. At an Italian national level such guidelines were incorporated in the SNB (National Strategy for Biodiversity), planning the "implementation of programs and actions (1) to prevent the introduction and invasion of alien species, (2) to ensure a rapid identification and removal of new invasive species settlements, (3) to enable coordinated actions for the eradication and control of the already established alien species in the national territory and for the mitigation of the impacts on affected species and ecosystems".

The introduction of alien species is a threat to many aquatic ecosystems, including some of the most remote

impatto antropico locale come i laghi d'alta quota. Il SIC/ZPS IT1201000 - Parco Nazionale Gran Paradiso (PNGP) ospita numerosi laghi alpini originariamente privi di fauna ittica, dove, negli anni '60, sono state introdotte alcune popolazioni di Salmerino di fontana (*Salvelinus fontinalis*), un salmonide alloctono originario del Nord America, che ha costituito delle popolazioni riproduttive e stabili. Nei laghi d'alta quota, originariamente privi di fauna ittica, l'introduzione di salmonidi alloctoni (*Salvelinus fontinalis*) induce profonde modificazione degenerative negli ecosistemi. Attraverso una forte pressione predatoria i pesci introdotti spesso causano l'estinzione locale dei taxa acquatici più vulnerabili come alcune specie zooplanctoniche (tra cui la *Daphnia gr. pulicaria* rarissima sulle Alpi), numerosissimi taxa di artropodi acquatici e *Rana temporaria* (allegato V della direttiva 92/43/CEE).

Per ripristinare gli ecosistemi interessati dall'introduzione di pesci alloctoni, il PNGP ha pianificato l'eradicazione di *Salvelinus fontinalis* da tre laghi alpini di piccole dimensioni e da un lago alpino di grandi dimensioni. Gli interventi di eradicazioni sono inseriti nel progetto BIOACQUAE (Biological Improvement Of Aquatic Alpine Ecosystems) che prevede due azioni di eradicazione (C.1 e C.2) e la relativa azione di monitoraggio (D.1):

1. Conservation Action 1 (C.1): l'obiettivo della C.1 è l'eradicazione di *Salvelinus fontinalis* tramite cattura intensiva con reti ed elettropesca da tre piccoli laghi alpini del PNGP (lago Djouan, lago Nero e lago Dres).
2. Conservation Action (C.2): l'obiettivo della C.2 è l'eradicazione sperimentale di *Salvelinus fontinalis* tramite cattura intensiva con reti ed elettropesca da un lago alpino di grandi dimensioni del PNGP (Lago Leynir).
3. Monitoring Action (D.1): monitoraggio del processo di eradicazione e del recupero degli ecosistemi lacustri d'alta quota.

L'eradicazione dei pesci dagli ambienti lacustri è tipicamente ottenuta tramite l'uso del pesticida rotenone (Solman, 1950). Anche se il rotenone è considerato efficace e utilizzato nelle pratiche di gestione dell'ittiofauna (CDFG 1994), il suo utilizzo è controverso per i suoi effetti letali nei confronti di specie non target (Cushing and Olive, 1957; Anderson, 1970; Neves, 1975; Chandler and Marking, 1982) e per i suoi effetti a breve termine sulla qualità dell'acqua (CDFG 1994). Per lungo tempo, le tecniche di cattura alternative sono state considerate inefficaci (CDFG 1994), ma recentemente l'utilizzo intensivo di reti da pesca si è rivelato essere un metodo efficace per l'eradicazione di salmonidi dai laghi alpini (Knapp and Matthews 1998; Knapp et al. 2007; Vredenburg 2004).

and pristine ecosystems such as high altitude lakes. In the SCI/SPA IT1201000 - Gran Paradiso National Park (GPNP) there are numerous originally fishless alpine lakes which in the '60 were partially stocked with some populations of brook trout (*Salvelinus fontinalis*), an introduced salmonid from North America, which established some breeding populations. In originally fishless high-altitude lakes the introduction of alien salmonids (*Salvelinus fontinalis*) cause dramatic changes of ecosystems, due to the strong predation pressure exerted by introduced fish on the most vulnerable aquatic taxa, and the local extinction of their prey including some zooplankton species (e.g. the rare *Daphnia gr. pulicaria*, very rare in the Alps), many arthropods and *Rana temporaria* (Annex V of Directive 92/43/EEC).

To restore ecosystems affected by the introduction of alien fish, GPNP planned the eradication of *Salvelinus fontinalis* from three small alpine lakes and from a large alpine lake. The eradication actions are contained in the BIOACQUAE (Biological Improvement Of Aquatic Ecosystems Alpine) project, including two eradication actions (C.1 and C.2) and one monitoring action (D.1):

1. Conservation Action 1 (C.1): the objective of C.1 is the eradication of *Salvelinus fontinalis* by intensive gillnetting and electrofishing from three small alpine lakes in the GPNP (Lake Djouan, Lake Nero and Lake Dres).
2. Conservation Action (C.2): the objective of C.2 is the experimental eradication of *Salvelinus fontinalis* by intensive gillnetting and electrofishing from a large alpine lake in the GPNP (Lake Leynir).
3. Monitoring Action (D.1): monitoring of the eradication and restoration processes in the treated lakes.

The eradication of fish from lakes is typically obtained through the use of the pesticide rotenone (Solman, 1950). Although rotenone is considered effective and used in fish management practices (CDFG 1994), its use is controversial for the lethal effects against non-target species (Cushing and Olive, 1957; Anderson, 1970; Neves, 1975, Chandler and Marking, 1982) and the short-term effects on water quality (CDFG 1994). For a long time, alternative eradication techniques were considered ineffective (CDFG 1994), but the intensive use of fishing nets has recently proven to be an effective method for the eradication of salmonids from alpine lakes (Knapp and Matthews 1998; Knapp et al. 2007; Vredenburg 2004).

1.1 Studi preliminari

Nel 2006, il PNGP ha attivato un programma di ricerca che si propone di quantificare l'impatto ecologico del Salmerino di fonte (*Salvelinus fontinalis*) nei laghi alpini. Grazie a questi studi è stato possibile descrivere in modo preciso l'impatto ecologico del salmerino, la morfologia, l'idrochimica e la biodiversità dei laghi (Tiberti et al. 2010; Iacobuzio & Tiberti 2011; Metta et al. 2011; Tiberti 2011; Tiberti & Barbieri 2011; Tiberti et al. 2011; Tiberti, 2012; Tiberti & von Hardenberg, 2012; Tiberti et al. 2012; Bellati et al. 2013; Magnea et al., 2013; Tiberti & Iacobuzio, 2013; Tiberti et al. 2013a, 2013b, 2013c). In particolare è stato condotto uno studio sulle tecniche di cattura di *Salvelinus fontinalis* presso i laghi alpini del PNGP (Tiberti et al. 2013c) in cui sono state sperimentate diverse tecniche di cattura e tipologie di reti a supporto della progettazione dell'intervento di eradicazione.

1.2 Aspetti innovativi

In Europa mancano delle esperienze significative di eradicazione di pesci alloctoni in laghi d'alta quota. Ciò è spesso dovuto ad opposizioni locali (e.g. associazioni dei pescatori) che può suscitare un conflitto tra enti conservazionistici e interessi microeconomici o ricreativi a scala locale. Inoltre, l'eradicazione dei pesci è tradizionalmente ottenuta attraverso l'uso di ittiocidi (come il rotenone), che hanno pesanti effetti indiretti su specie non-target, suscitando dubbi legittimi sull'utilizzo di questa tecnica. Nonostante l'uso di tecniche non invasive, come l'uso di reti da pesca, risolva il problema dell'impatto degli ittiocidi, le azioni documentate di eradicazione in cui siano state utilizzate tecniche non invasive rimangono estremamente rare e localizzate esclusivamente in Nord America, dove alcuni parchi nazionali di montagna stanno conducendo dei piani di eradicazione a larga scala per la conservazione delle comunità acquatiche autoctone.

Un'azione simile da parte del Parco Nazionale Gran Paradiso si colloca pertanto all'avanguardia delle pratiche di conservazione europee e in linea con le pratiche più avanzate a livello internazionale. Le azioni di eradicazione di pesci dai laghi d'alta quota ha un particolare interesse scientifico in quanto, oltre a collocarsi in un ambito geografico inedito, prevede un'indagine in termini di limiti, tempistiche e di applicabilità del metodo, documentata in modo rigoroso e per un arco temporale esteso.

Nello specifico, il presente progetto si propone di applicare tecniche di eradicazione non invasive su quattro laghi alpini: tre laghi poco profondi (3-7.6 m) e un lago profondo (22 m). L'eradicazione dai primi tre laghi permetterà di aggiornare le informazioni ad oggi disponibili sulle tempistiche e sulle tipologie dei sistemi di cattura e inoltre permetterà di verificare l'efficacia ed i vantaggi dell'uso combinato di reti ed elettropesca.

1.1 Preliminary studies

In 2006, the GPNP started a research program aimed at quantifying the ecological impact of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) in alpine lakes. Thanks to these studies it was possible to describe accurately the ecological impact of brook trout and the morphology, hydrochemistry and biodiversity of the lakes (Tiberti et al. 2010; Iacobuzio & Tiberti 2011; Metta et al. 2011; Tiberti 2011; Tiberti & Barbieri 2011; Tiberti et al. 2011; Tiberti, 2012; Tiberti & von Hardenberg, 2012; Tiberti et al. 2012; Bellati et al. 2013; Magnea et al., 2013; Tiberti & Iacobuzio, 2013; Tiberti et al. 2013a, 2013b, 2013c). In particular, there is a study on fish capture techniques in alpine lakes (Tiberti et al. 2013c), experimenting different capture devices and nets, which has been conducted in order to support with technical data the eradication actions.

1.2 Innovative aspects

In Europe there are no previous significant experiences of alien fish eradication in mountain lakes. This is probably due to local contrasts (e.g. fishermen's associations), which could rise a conflict between conservation institutions and local microeconomic or recreational interests. In addition, fish eradication is traditionally obtained by the use of chemicals (ichthyocides such as rotenone), which have heavy indirect effects on non-target species, raising legitimate concerns regarding the use of this technique. Although the use of non-invasive techniques, such as gillnetting, solves the problem of the ecological impact of ichthyocides, the documented actions in which non-invasive techniques have been applied remain extremely rare and localized exclusively in North America, where some mountain national parks are promoting large-scale eradication programs for the conservation of native aquatic communities.

Therefore a similar action put the Gran Paradiso National Park at the forefront of the European conservation practices and in line with the most advanced international level. The projected eradication of fish from mountain lakes is of particular scientific interest because it is located in a new geographic area and is accompanied by an extensive monitoring program, with an investigation about the timing and applicability of the methods.

Specifically, this project aims to apply non-invasive techniques for the eradication of fish from four mountain lakes: three shallow lakes (3-7.6 m) and a deep lake (22 m). The eradication from the three shallow lakes will update the information currently available regarding the timing of the eradication and the types of capture devices. Moreover in this study, the combined use of gillnetting and electrofishing will be experimented for the first time.

Infine l'eradicazione dal lago profondo, con la sua connotazione assolutamente sperimentale, propone un'applicazione innovativa di una tecnologia occasionalmente sperimentata in laghi poco profondi, ma considerata meno efficace su laghi di maggiori dimensioni. La buona riuscita di tale azione avrebbe un valore aggiunto estremamente significativo in quanto permetterebbe di estendere l'applicabilità del metodo a un numero molto maggiore di corpi idrici d'alta quota con ricadute positive per la biodiversità (al momento) difficilmente quantificabili, ma senz'altro notevoli.

1.3 I laghi

Le azioni di eradicazione verranno realizzate in 4 laghi (Tab.1; Fig.1) del Parco Nazionale Gran Paradiso.

Un rilievo batimetrico di ciascun lago è utile per la pianificazione delle eradicazioni e per il posizionamento degli apparati di cattura (reti e trappole) (Fig.2).

Finally the eradication from the deep lake has a experimental connotation, proposing an innovative application of gillnetting (occasionally experienced in shallow lakes) which is considered less effective on larger lakes. The success of this last action would have an added value, as it would extend the applicability of the method to a much larger number of high-altitude lakes, with positive consequences for biodiversity, which at this moment are difficult to be quantified, but probably remarkable.

1.3 The lakes

The eradication will be implemented in four lakes (Tab.1, Fig.1) of the Gran Paradiso National Park

A bathimetric survey of each lake is useful for planning the eradication and for positioning the capture devices (nets and traps) (Fig.2).

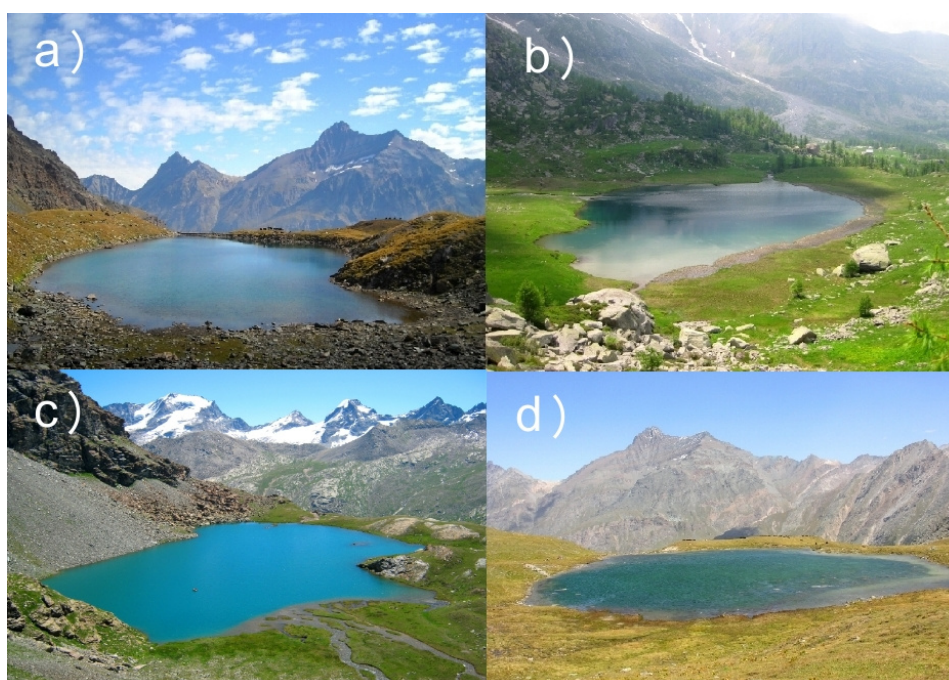


Fig.1 Laghi interessati dalle azioni C.1 e C.2. a) Nero; b) Dres; c) Leynir; d) Djouan.

Fig.1 Treated lakes (actions C.1 and C.2). a) Nero; b) Dres; c) Leynir; d) Djouan.

Tab.1 Caratteristiche geografiche e morfometriche dei laghi oggetto delle azioni di conservazione C.1 e C.2

Lago/Lake	Lat	Long	Alt (m)	Profondità/Depth (m)	Area (10 ³ m ²)
Djouan (C.1)	45°33'28"	07°10'43"	2515	3.0	13.34
Nero (C.1)	45°33'06"	07°10'07"	2671	6.0	17.10
Dres (C.1)	45°24'46"	07°13'26"	2087	7.4	26.11
Leynir (C.2)	45°30'28"	07°09'06"	2747	22.1	44.69

Tab.1 Geographic and morphological features of the treated lakes (actions C.1 and C.2)

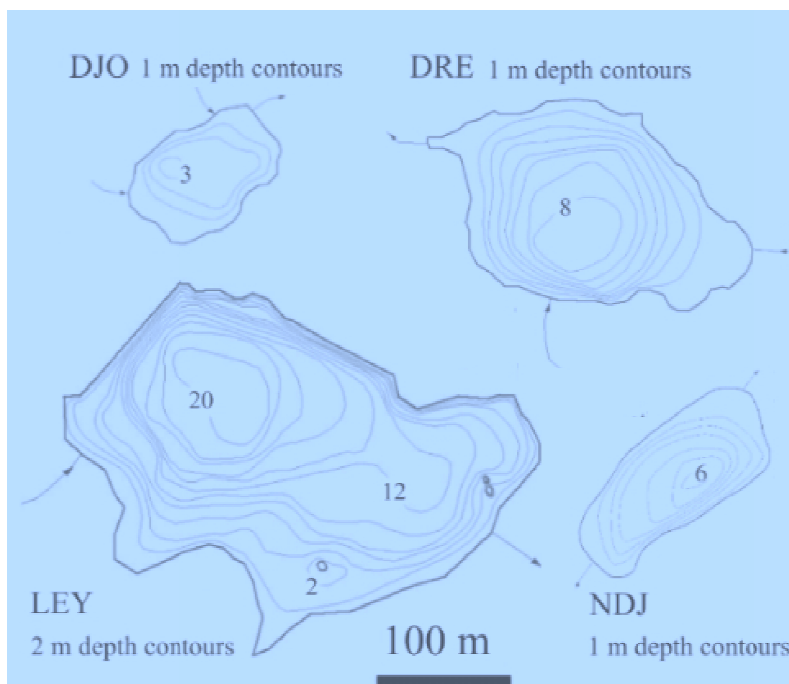


Fig.2 Rilievi batimetrici dei laghi interessati dalle azioni C.1 e C.2. NDJ: Nero; DRE: Dres; LEY: Leynir; DJO: Djouan.

Fig.2 Bathimetries of the treated lakes (actions C.1 and C.2). NDJ: Nero; DRE: Dres; LEY: Leynir; DJO: Djouan.

2. OBIETTIVI

Il principale obiettivo di questo progetto è portare a termine due azioni (C.1 e C.2) con un alto valore conservazionistico, dimostrativo e sperimentale. In particolare il progetto di eradicazione si propone di:

1. Eradicare *Salvelinus fontinalis* da 3 laghi alpini di piccole dimensioni.
2. Verificare se l'utilizzo delle reti da pesca è un metodo efficace per i laghi di grandi dimensioni
3. Conservare, ripristinare e proteggere le comunità acquatiche autoctone
4. Verificare i tempi, le modalità e il grado con cui le comunità autoctone tornano ad uno stadio di naturalità
5. Diffondere i risultati a livello della comunità scientifica, degli enti di conservazione, della popolazione, dei fruitori del Parco e degli amministratori delle aree protette

3. METODI

3.1 Azioni C.1 e C.2

3.1.1 Timetable

E' previsto che le azioni C.1 e C.2 durino circa 2 anni e 3 mesi (Tab.2), dall'estate del 2013 all'estate del 2015. Il processo di eradicazione prevede:

1. Trasporto attrezzatura (Maggio 2013)
2. Posa reti e pannelli informativi (Giugno 2013)
3. Monitoraggio intensivo (Giugno-Luglio 2013)
4. Monitoraggio Ordinario (Giugno-Settembre 2013)

2. AIMS

The main objective of this project is to complete actions C.1 and C.2 which have a high conservation, experimental and demonstrative value. In particular, the eradication project aims to:

1. Eradicate *Salvelinus fontinalis* from 3 small mountain lakes
2. Check whether the use of fishing nets is an effective method for large lakes
3. Preserve, restore and protect the native aquatic communities
4. Monitoring the timing and degree of the resilience of native communities
5. Disseminate the obtained results to the scientific community, the conservation institutions, the public opinion, the tourists and managers of protected areas.

3. METHODS

3.1 Actions C.1 and C.2

3.1.1 Timetable

Actions C.1 and C.2 should last about 2 years and 3 months (Tab.2), from the beginning of summer 2013 to the end of summer 2015. The eradication project provides for:

1. Equipments transport (May 2013)
2. Nets and informative boards setting (June-July 2013)
3. Intensive monitoring (June-July 2013)

- | | |
|---|--|
| 5. Posa dell'assetto invernale (Settembre-Ottobre 2013) | 4. Ordinary monitoring (June-September 2013) |
| 6. Posa dell'assetto estivo (Giugno 2014) | 5. Winter setting of nets (September-October 2013) |
| 7. Monitoraggio ordinario (Giugno-Settembre 2014) | 6. Ordinary setting of nets (June 2014) |
| 8. Posa dell'assetto invernale (Settembre-Ottobre 2014) | 7. Ordinary monitoring (June-September 2014) |
| 9. Posa dell'assetto estivo (Giugno 2015) | 8. Winter setting of nets (September-October 2014) |
| 10. Fine eradicazione (Giugno-Settembre 2015) | 9. Ordinary setting of nets (June 2015) |
| 11. Rimozione dispositivi di cattura (Lug-Set 2015) | 10. Ends of eradication activities (June-September 2015) |
| 12. Trasporto a valle delle attrezzature (Lug-Set 2015) | 11. Removal of nets (July-September 2015) |
| | 12. Transport of the equipments (July-September 2015) |

Il primo anno le reti dovrebbero catturare i pesci adulti mentre il secondo anno l'eradicazione dovrebbe concludersi con la cattura degli individui che l'anno precedente erano troppo piccoli per essere catturati. L'intero set di reti verrà lasciato fino alla fine dell'estate 2015 per accertarsi che tutti i pesci siano stati catturati. Le reti verranno affondate (vedi paragrafo 3.1.3) e lasciate in acqua anche durante l'inverno.

During the first year, the nets should capture all the adult fish, while during the second year the eradication should be completed by the capture of once young brook trouts. The whole set of nets will be left until the end of summer 2015 to ensure that all the fish have been caught. The nets will be sunk (see section 3.1.3) and left in water even during the winter.

Tab.2 Tempistiche previste per il completamento delle azioni C.1 e C.2. *: reti in acqua.

Tab.2 Timetable for completing actions C.1 and C.2. *: nets in the water.

Azione/Action	2013				2014				2015				2016			
Trimestre /Quarter	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
C.1			*	*	*	*	*	*	*	*	*					
C.2			*	*	*	*	*	*	*	*	*					

Il processo di eradicazione comincerà in ciascun lago a partire dal disgelo del 2013. La data di inizio della stagione libera dai ghiacci dipende dalle differenze morfologiche, di altitudine e di esposizione dei laghi, ma anche da variabili meteorologiche. Il lago Djouan è quello in cui la durata della copertura glaciale è più breve, seguito dai laghi Dres e Nero e quindi dal lago Leynir (Fig.3). Questo pattern generale può cambiare di anno in anno: in particolare il lago Dres può scongelare per primo in alcuni anni.

The eradication efforts will begin from the thaw of 2013 in each lake. The date of thaw depends on the different morphology, altitude and exposure of the lakes, but also on meteorological variables. In lake Djouan the duration of the ice cover is shorter, followed by lakes Dres and Nero and then by lake Leynir (Fig.3). This general pattern may change from year to year: in particular lake Dres can thaw first in some years.

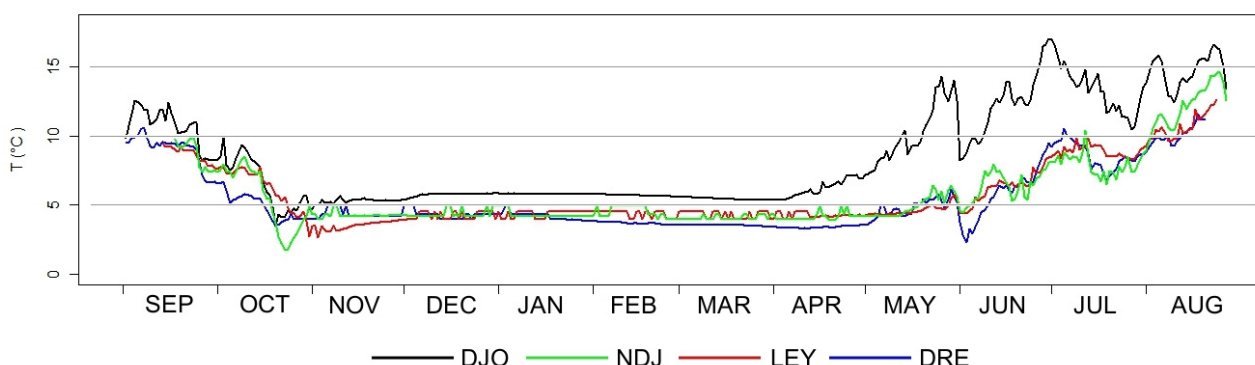


Fig.3 Andamento annuale della temperatura a 3 m di profondità nei laghi Djouan (DJO), Nero (NDJ), Leynir (LEY) e Dres (DRE). Si nota un lungo periodo di omeotermia invernale con valori prossimi a 4°C, che corrisponde al periodo di copertura glaciale.

Fig.3 Annual temperature patterns at 3 m depth in lakes Djouan (DJO), Nero (NDJ), Leynir (LEY) and Dres (DRE). Note a long period of winter homeothermy with values close to 4 °C, which corresponds to the period of ice cover.

Grazie a queste differenze nella data del disgelo sarà possibile iniziare le operazioni di eradicazione in una data molto prossima al disgelo in ciascun lago. Le attività di campo incominceranno verosimilmente all’inizio di Giugno 2013: durante la prima settimana verrà avviato il processo di eradicazione nel lago Djouan (oppure Dres), nella seconda settimana l’eradicazione comincerà nel Dres (oppure Djouan, oppure Nero), nella terza nel Nero (oppure Dres) e nella quarta nel Leynir. In ciascun lago, durante la prima settimana di eradicazione ci sarà un monitoraggio intensivo delle operazioni di posa delle reti e di cattura dei pesci, mentre nella settimana successiva il lago sarà quotidianamente visitato per la rimozione dei pesci da 1/2 operatori. Nelle settimane successive sarà possibile diminuire la frequenza con cui le reti vengono ispezionate. Prima del congelamento dei laghi (tra fine settembre e metà ottobre) i laghi verranno visitati un’ultima volta per riposizionare le reti a maggiore profondità, per la pesca invernale sotto il ghiaccio. I laghi verranno di nuovo raggiunti l’estate successiva, per le operazioni routinarie di rimozione del pescato (monitoraggio ordinario) (Fig.4).

A partire da Luglio 2014, e per tutta la durata dell’eradicazione verranno periodicamente effettuate delle campagne di elettropesca che interesseranno la zona litorale e i tratti iniziali degli emissari ed emissari per la cattura dei salmerini giovani (età 0+). Nello stesso periodo saranno anche posizionate delle trappole a nassa (bartavelli, Fig.5) per la cattura dei pesci in zone d’acqua bassa.

In Fig.4 è riportata una rappresentazione schematica delle tempistiche delle attività previste nel processo di eradicazione.

Because of these differences in the date of thaw, the eradication can begin on a date very close to the thaw in each lake. The field activities will probably start at the in June 2013: during the first week the process of eradication will start in lake Djouan (or Dres) in the second week eradication begin in Dres (or Djouan, or Nero), in the third in Nero (or Dres) and in the fourth in Leynir. In each lake, during the first week of eradication there will be an intensive monitoring of the nets, while the following week the lake will be visited daily by 1 or 2 operators for the removal of fish. In the following weeks the frequency of nets inspections will be reduced (ordinary monitoring). Before the lakes freeze (between late September and mid-October), they will be visited one last time to reposition nets at greater depth, for fishing under the ice. The lakes will be reached again the following summer, for the ordinary monitoring and to remove the fish.

From July 2014 and for the entire duration of the eradication, some electrofishing campaigns will be periodically carried out in the littoral zone and in the initial parts of the inlets and emissaries to capture the young brook trout (age 0 +). During the same period some fish traps (bartavelli Fig.5) will also be placed to catch fish in areas of shallow water.

In Fig.4 a schematic timing of activities provided by the eradication project is shown.

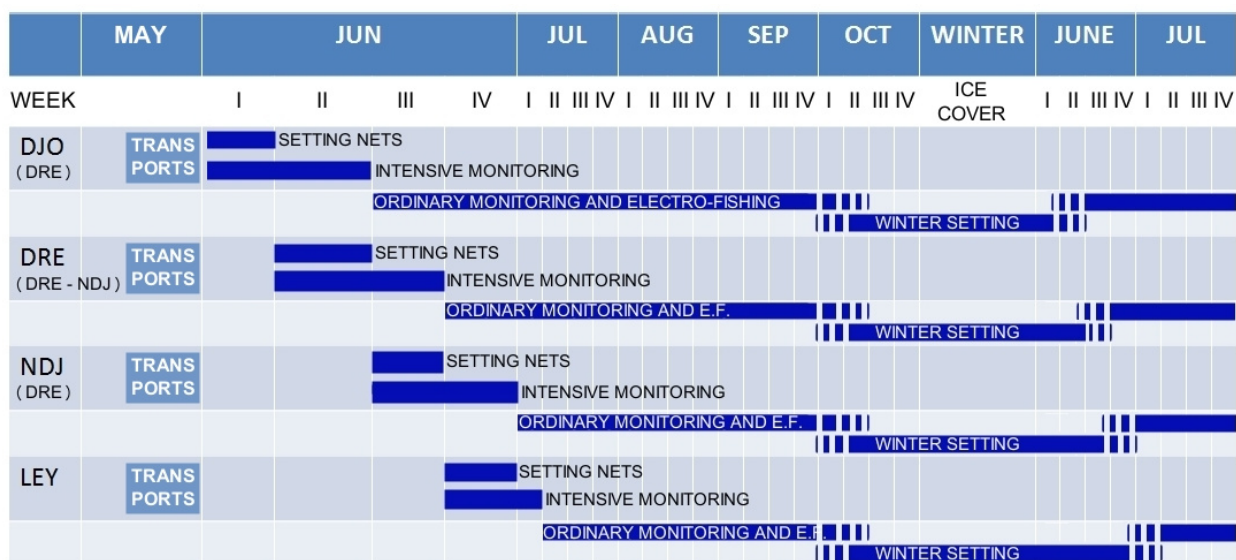


Fig.4 Timetable delle attività previste durante il primo anno del progetto di eradicazione (2013). Si notino le date di inizio sfalsate in ciascun lago (tra parentesi le alternative possibili dove iniziare l’eradicazione), le due modalità di monitoraggio (intensivo e ordinario) e l’assetto invernale delle reti. Per una descrizione metodologica vedi paragrafo 3.1.3.

Fig.4 Timetable of planned activities during the first year of the eradication project (2013). Note the different start dates in each lake (in brackets: alternative lakes where to start the eradication), the two monitoring modes (ordinary and intensive) and winter setting of the nets. For a methodological description see section 3.1.3

BIOACQUAE

Piano di eradicazione per il Salmerino di fonte – Brook trout eradication plan

3.1.2 Attrezzatura

In Tab.3 è riportato un elenco delle attrezzature necessarie per le azioni di eradicazione.

3.1.2 Equipments

In Tab.3 there is a list of all the equipments needed for the eradication actions.

Tab.3 Elenco del materiale necessario per le azioni C.1 e C.2

Tab.3 List of all the equipments needed for actions C.1 and C.2.

Materiali – Materials	Caratteristiche – Features	N	Azione - Action
Fusto in plastica – Plastic bin	100 L	4	C.1, C.2
Fusto in plastica – Plastic bin	200 L	4	C.1, C.2
Canotto – Dinghy	Sevylor - FISH HUNTER HF210	2	C.1
Canotto – Dinghy	Sevylor - FISH HUNTER HF250	1	C.2
Remi – Oars	Sevylor AV 135	1	C.1, C.2
Pompa – Pump	RB2500G - Manual pump with deflate function	3	C.1, C.2
Rete multimaglia - Multimesh gill net	SierraNets-Standard, 36x1.8 m, wheight 1.4 kg (10 x Djouan; 33 x Leynir; 11 x Nero; 17 x Dres; 39 spare nets)	100	C.1, C.2
Rete – Gillnet	36x2 m, mesh size 25 mm, Djouan	2	C.1
Rete – Gillnet	50x10 m, mesh size 25 mm, Leynir	12	C.2
Rete – Gillnet	50x4 m, mesh size 25 mm, Dres	6	C.1
Rete – Gillnet	50x4 m, mesh size 30 mm, Nero	2	C.1
Corde – Ropes	Doppia treccia in poliestere, Ø 6 mm, tot m 4800 (1000 m x Nero; 600 m x Djouan; 1200 m x Dres; 2000 m x Leynir)		C.1, C.2
Galleggianti – Floats	Circolari con foro passante Ø ≈ 12 cm (150 x Nero; 120 x Djouan; 220 x Dres; 400 x Leynir; 200x nasse)	1090	C.1, C.2
Picchetti – Stakes	Length 0.6 m, 15 x Djouan, 25 x Nero, 25 x Dres, 40 x Leynir	105	C.1, C.2
Moschettoni – Carabiner	30 x Djouan, 30 x Nero, 40 x Dres, 90 x Leynir	200	C.1, C.2
Mazzetta – Hammer		3	
Trappole a nassa – Traps	Bartavello (Fig.5)	10	C.1, C.2
Nassa – Fish cages	Ø 2 m, height 2.5 m, mesh size 5 mm, Djouan	1	C.1
Nassa – Fish cages	Ø 2 m, height 4 m, mesh size 5 mm, Nero	1	C.1
Nassa – Fish cages	Ø 2 m, height 5 m, mesh size 5 mm, Dres	1	C.1
Nassa – Fish cages	Ø 2 m, height 10 m, mesh size 5 mm, Leynir	2	C.2
Stivaloni – Boots	Ocean Wader	3	C.1, C.2
Guanti gommati – Rubber gloves	Insulating gloves for electrofishing	4	C.1, C.2
Secchi – Buckets	10 L	4	C.1, C.2
Nassa – Fish Basket	Ø 0.4 m, height 0.8 m	4	C.1, C.2
Vasca – Tank	100 L	4	C.1, C.2
Ittiometro – Meter for fish		1	C.1, C.2
Bilancia – Balance	Pesola 0-200 g	1	C.1, C.2
Bilancia – Balance	Pesola 0-500 g	1	C.1, C.2
Pannelli informativi – Informative boards	Hand made panels	40	C.1, C.2
Tenda – Tend	5 places tend	4	C.1, C.2
Fornelletto – Camp stove		3	C.1, C.2
Calzari – Boots	Neoprene boots	4	C.1, C.2
Congelatore – Freezer		2	C.1, C.2

3.1.3 Metodi

I metodi di eradicazione sono identici per C.1 e C.2, mentre cambia in modo consistente lo sforzo di cattura necessario per ottenere i risultati auspicati. Le reti da pesca sono estremamente efficienti nella cattura di salmonidi adulti, mentre sono meno efficaci per gli

3.1.3 Methods

The methods of eradication are identical for C.1 and C.2, but the effort needed to obtain the expected results is considerably higher for C.2. Gillnets are extremely efficient at catching adult fish, but are less efficient for young individuals. We therefore provide for the use of

individui giovani. Il processo di eradicazione prevede perciò di utilizzare diversi strumenti di cattura e di integrare diversi metodi di cattura:

1. *Reti da pesca*. La cattura tramite reti ha l'obiettivo di eliminare i pesci in area pelagica. Verranno utilizzate 2 tipologie di rete da pesca: (1) reti branchiali multimaglia (36 × 1.8 m): le reti branchiali multimaglia (Fig. 6) sono suddivise in 6 pannelli di dimensioni identiche ma con apertura di maglia differente, in grado di catturare indiscriminatamente tutte le classi dimensionali della popolazione ittica fatta eccezione per gli esemplari più piccoli (giovani dell'anno). Questi potranno essere catturati tramite elettropesca nel corso della stessa stagione di campo o con le reti branchiali multimaglia, nell'anno successivo, quando avranno raggiunto le dimensioni minime per rimanere impigliati nella rete. Le reti branchiali multimaglia verranno posizionate in prossimità della riva e perpendicolari ad essa, con i pannelli a maglia più piccola disposti più vicino a riva. Per massimizzare il tasso di cattura durante il processo di eradicazione è necessario utilizzare almeno 10 reti per ogni ettaro di superficie lacustre (Knapp and Matthews, 1998; Knapp et al. 2007). (2) Reti branchiali pelagiche: i popolamenti pelagici sono composti prevalentemente da individui adulti di taglia simile (Tiberti et al., 2013c). In tali ambienti l'efficienza di cattura può essere notevolmente migliorata utilizzando reti branchiali con l'apertura di maglia più adatta alla cattura delle classi dimensionali dominanti in ogni lago. Le dimensioni delle reti branchiali sono variabili sulla base della morfologia del lago in modo da offrire una superficie ampia e in grado di raggiungere profondità più elevate rispetto alle reti branchiali multi maglia. Sulla base degli studi preliminari (Tiberti et al. 2013c) è possibile stabilire le caratteristiche di tali reti come indicato in Tab.3. Per uno schema del posizionamento delle reti vedi Fig.7-10.
2. *Elettropesca*. L'elettropesca è il metodo di cattura scelto per l'eliminazione delle popolazioni ittiche in aree litorali. Questo metodo presenta diversi vantaggi: può catturare pesci di piccolissime dimensioni (compresi i giovani dell'anno), può operare in acqua bassa o laminare, può operare in presenza di vegetazione sommersa o emergente, può operare in acqua corrente, cioè nei tratti dell'immissario e dell'emissario colonizzati dalle popolazioni ittiche alloctone.
3. *Trappole a nassa*. Le trappole a nassa sono uno strumento di cattura passivo. Verranno posizionate nelle aree d'acqua bassa in corrispondenza degli immissari e degli emissari e delle aree di riproduzione al fine di operare un prelievo continuo sulle popolazioni ittiche in zona litorale e di impedire la deposizione delle uova nel corso della stagione riproduttiva. Per uno schema approssimativo del posizionamento delle trappole a nassa vedi Fig. 7-10.

different capture devices and for integrating different methods:

1. *Nets*. The target of gillnetting is to eliminate the fish from the pelagic area. 2 types of nets will be used: (1) Multimesh gillnets (36 × 1.8 m): Multimesh gillnets (Fig. 6) are divided into 6 panels with different mesh sizes. They can capture indiscriminately all the size classes except for the smallest fish (young of the year). These may be captured by electrofishing during the ordinary monitoring periods or even with gillnets, but in the following year, when they have reached the minimum size to get caught in the net. Multimesh gillnets will be held vertically close to the shore and perpendicularly to the shore. The panels with the smallest mesh sizes will be placed close to shore (Fig.6). To increase the capture rate at least 10 nets per hectare are needed (Knapp and Matthews, 1998; Knapp et al., 2007). (2) Pelagic gillnets: the sizes of the fish in the pelagic area are little variable (Tiberti et al., 2013c). In this case, the capture efficiency can be greatly improved by using gill nets with the best mesh size for the capture of the dominant size classes in each lake. The measures of pelagic gillnets can change on the basis of the morphology of the lake to provide a large capture surface and to reach greater depths. On the basis of some preliminary studies (Tiberti et al. 2013c) it is possible to determine the characteristics of the pelagic gillnets as shown in Tab.3. For the positioning of the nets see Fig.7-10.
2. *Electrofishing*. Electrofishing is the method chosen for capturing brook trout in littoral areas. This method has several advantages: it can capture very small fish (including young of the year), can operate in shallow water, can operate in the presence of submerged and emerging vegetation, can operate in running waters (e.g. tributaries and effluents colonized by brook trout).
3. *Fish traps*. Fish traps are a passive capture device that will be placed in shallow water close to the inlets and outlets and in spawning areas in order to exert a continuous fishing pressure also in some littoral areas and to prevent the deposition of the eggs during the breeding season. For the positioning of traps see Fig.7-10.

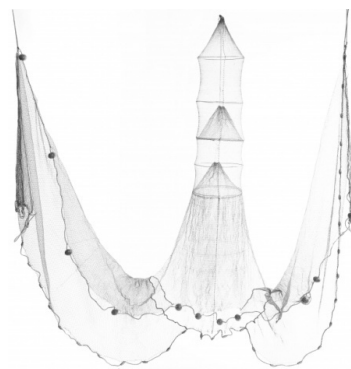


Fig.5 Bartavello o nassa con ali - Fish trap

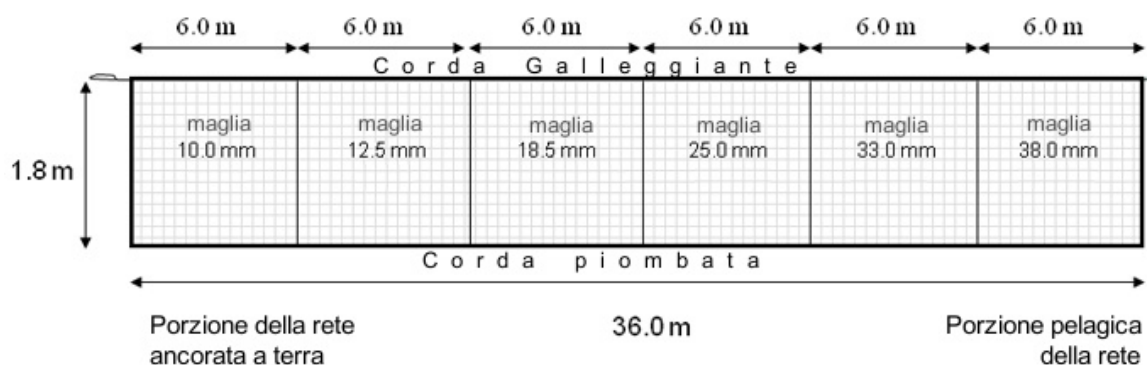


Fig.6 Rete branchiale multi maglia

Posa delle reti. Le reti saranno posizionate lungo transetti lineari e ancorate a riva tramite funi e picchetti. Nel corso dell'estate la maggior parte dei salmerini stazionano in superficie (Gliwicz 1984), per questo le reti saranno tenute in prossimità della superficie aumentando la tensione delle funi da riva e posizionando dei galleggianti sulle funi e sulle reti. La presenza di reti da pesca nel lago sarà segnalata tramite pannelli informativi opportunamente disposti lungo le sponde accessibili dei laghi in modo da informare i visitatori delle finalità del progetto e del rischio connesso per eventuali, rarissimi bagnanti (Fig.7-10)

Monitoraggio intensivo. All'inizio del processo di eradicazione, quando il numero di pesci catturati sarà più elevato, le reti saranno controllate quotidianamente e con la massima frequenza possibile (Fig.4).

Monitoraggio ordinario. Quando il tasso di cattura di *Salvelinus fontinalis* comincerà a decrescere in modo consistente, le operazioni di controllo e di pulizia delle reti potranno essere meno frequenti (Fig.4). La posizione delle reti sarà cambiata frequentemente e i pesci saranno rimossi dalle reti per mantenere alta l'efficienza di cattura. Il numero di pesci catturati permetterà di monitorare in corso d'opera l'andamento dei processi di eradicazione, di valutarne l'efficacia e eventualmente di intensificare lo sforzo di cattura là dove sia necessario. Durante il monitoraggio ordinario è previsto l'uso di trappole a nassa e elettropesca. L'elettropesca verrà utilizzata per migliorare la catturabilità dei pesci giovani. Le operazioni di elettrostordimento e cattura dovranno essere effettuate da minimo due operatori, che azioneranno il dispositivo di cattura lungo tutto il perimetro del lago e nelle aree di rifugio dei giovani salmerini (e.g. immissari, emissari, vegetazione acquatica litorale) e cattureranno i pesci storditi con un retino a mano. L'elettropesca sarà ripetuta più volte durante i periodi di monitoraggio ordinario. Nelle aree litorali con profondità ridotte (<0.50 m), dove la profondità non consente il posizionamento di reti, verranno posizionate alcune trappole a nassa per incrementare ulteriormente la cattura di pesci. In particolare queste trappole verranno posizionate in corrispondenza degli immissari e degli emissari dei laghi. Il controllo delle trappole seguirà

Fig.6 Multimesh gillnet

Setting the nets. The nets will be held vertically along linear transects and fixed to the shore by ropes and stakes. During the summer brook trout stay at the surface (Gliwicz 1984), thus the nets should be held close to the surface by increasing the tension of the ropes from the shore and using some floats. The presence of fishing nets in the lake will be indicated with information boards placed along the shores to inform visitors about the project and the risk involved for any -extremely rare-swimmers (Fig.7-10).

Intensive monitoring. At the beginning of the eradication process, when the number of captured fish will be higher, nets will be repeatedly checked each day (Fig.4).

Ordinary monitoring. When the capture rate will consistently decrease, the nets will be controlled less frequently (Fig.4). The positioning of the nets will be frequently changed and the fish will be removed from the nets to maintain a high capture efficiency. The number of fish caught is an indicator of the progress of the eradication process providing useful information for the need of an intensification of the capture effort. During the ordinary monitoring the use of fish traps (Fig.5) and electrofishing is provided. Electrofishing will improve the catchability of juvenile fish and should be carried out by at least two operators. The operators will walk along the entire perimeter of the lakes and close to the refuge area of the young fish (e.g. tributaries, outfalls, aquatic vegetation) and capture the stunned fish with a hand-net. Electrofishing will be repeated several times during this period. In littoral, shallow water (depth <0.50 m), where the depth does not allow the placement of nets, some traps will be placed to further increase the capture of fish. In particular, these traps will be placed at the inlets and outfalls of the lakes. The control of the traps will follow the same timing provided for monitoring the nets. At the end of the summer the traps will be removed.

Winter setting. During the winter, the nets will be positioned at greater depth and left beneath the ice.

Second summer. During the second summer the main objective is to capture the young fish of the previous year, which in the meantime have grown. By the end of the second summer it is possible that some of the

le stesse tempistiche previste per il controllo delle reti. Al termine dell'estate le trappole saranno rimosse.

Aspetto invernale. Durante l'inverno, le reti saranno lasciate sotto la superficie ghiacciata del lago dopo essere state opportunamente posizionate a maggiore profondità.

Seconda estate. Nel corso della seconda estate di cattura il principale obiettivo delle reti da pesca sarà la cattura dei giovani salmerini dell'anno precedente che nel frattempo avranno raggiunto taglie adatte alla cattura. Entro la fine della seconda estate di campionamento è possibile che alcuni dei processi di eradicazione siano già terminati.

Destinazione dei pesci. I pesci in vita verranno temporaneamente stoccati in gabbie/nassa immerse nel lago. I pesci morti in conseguenza delle operazioni di cattura o in seguito alla cattura verranno conservati in ambiente fresco, trasportati a valle entro 24h e congelati. Il pescato in cattive condizioni di conservazione verrà trasportato a valle e smaltito in modo idoneo. Al termine del monitoraggio intensivo (Fig.4) il contenuto delle nasse verrà trasportato a valle per mezzo di elicottero o altri mezzi di trasporto idonei (zaino, cavallo e mezzi su ruota). Durante il monitoraggio ordinario il numero di pesci catturati subirà una progressiva riduzione tale da permetterne il trasporto a valle senza l'ausilio di mezzi di trasporto straordinari. I pesci in condizioni idonee verranno destinati a scopo alimentare presso strutture di refezione pubblica o come alimentazione per la coppia di lontre che sarà ospitata al Centro per la Conservazione delle Acque di Rovenaud.

eradication processes are already finished.

Fish destination. Fish will be temporarily stored in cages submerged in the lake. The fish died during the capture or following the capture will be stored at low temperatures, transported downstream within 24h and frozen. The fish in bed storage conditions will be transported downstream and properly eliminated. At the end of the intensive monitoring (Fig. 4) the fish contained in the cages will be transported downstream by helicopter or other mean of transport (backpack, horse, ecc.). During the ordinary monitoring the number of fish caught will undergo a progressive reduction and the downstream transport will be carried out without the use of helicopter. Fish in good condition will be used for food at public canteen or as food for the otters in the Center for the Conservation of Waters in Rovenaud (Valsavarenche).

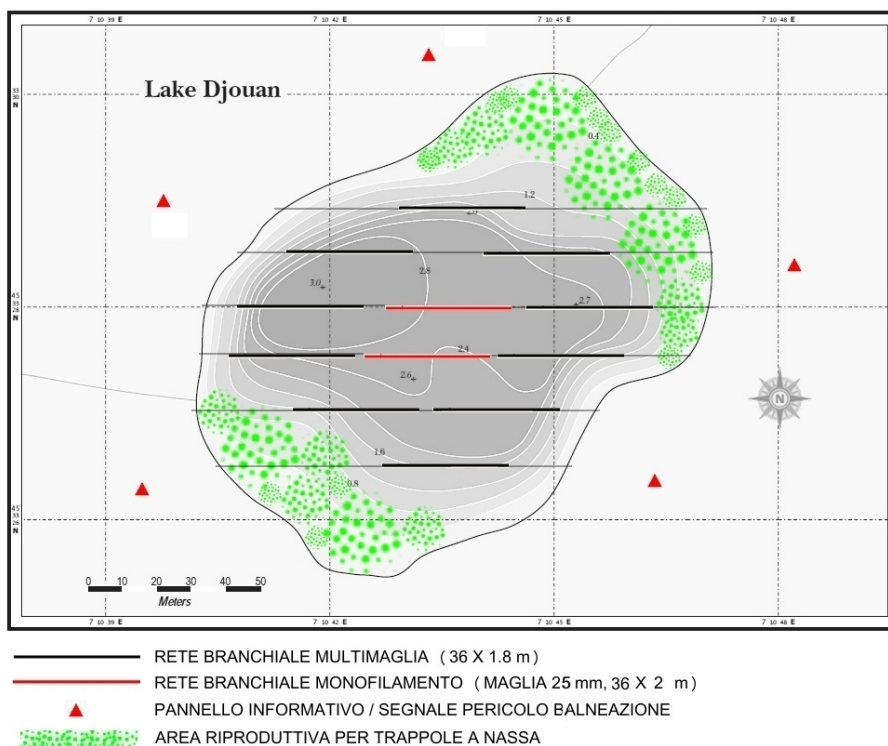


Fig. 7 Schema di posizionamento delle reti, dei pannelli informativi e delle trappole a nassa nel lago Djouan.

Fig.7 Positioning of nets, information boards and fish traps in lake Djouan.

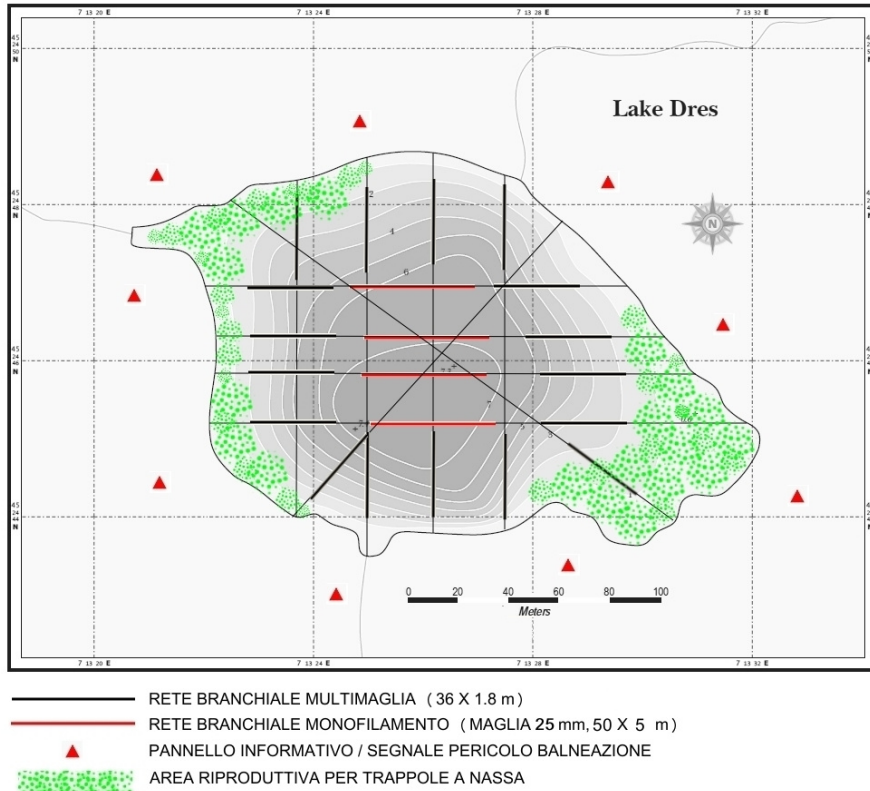


Fig.8 Schema di posizionamento delle reti, dei pannelli informativi e delle trappole a nassa nel lago Dres.

Fig.8 Positioning of nets, information boards and fish traps in lake Dres.

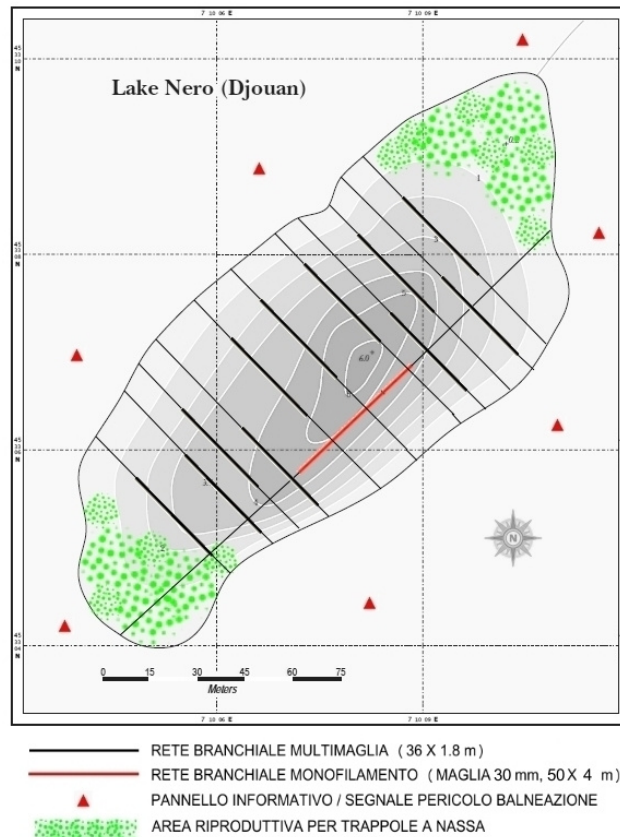


Fig.9 Schema di posizionamento delle reti, dei pannelli informativi e delle trappole a nassa nel lago Nero.

Fig.9 Positioning of nets, information boards and fish traps in lake Nero.

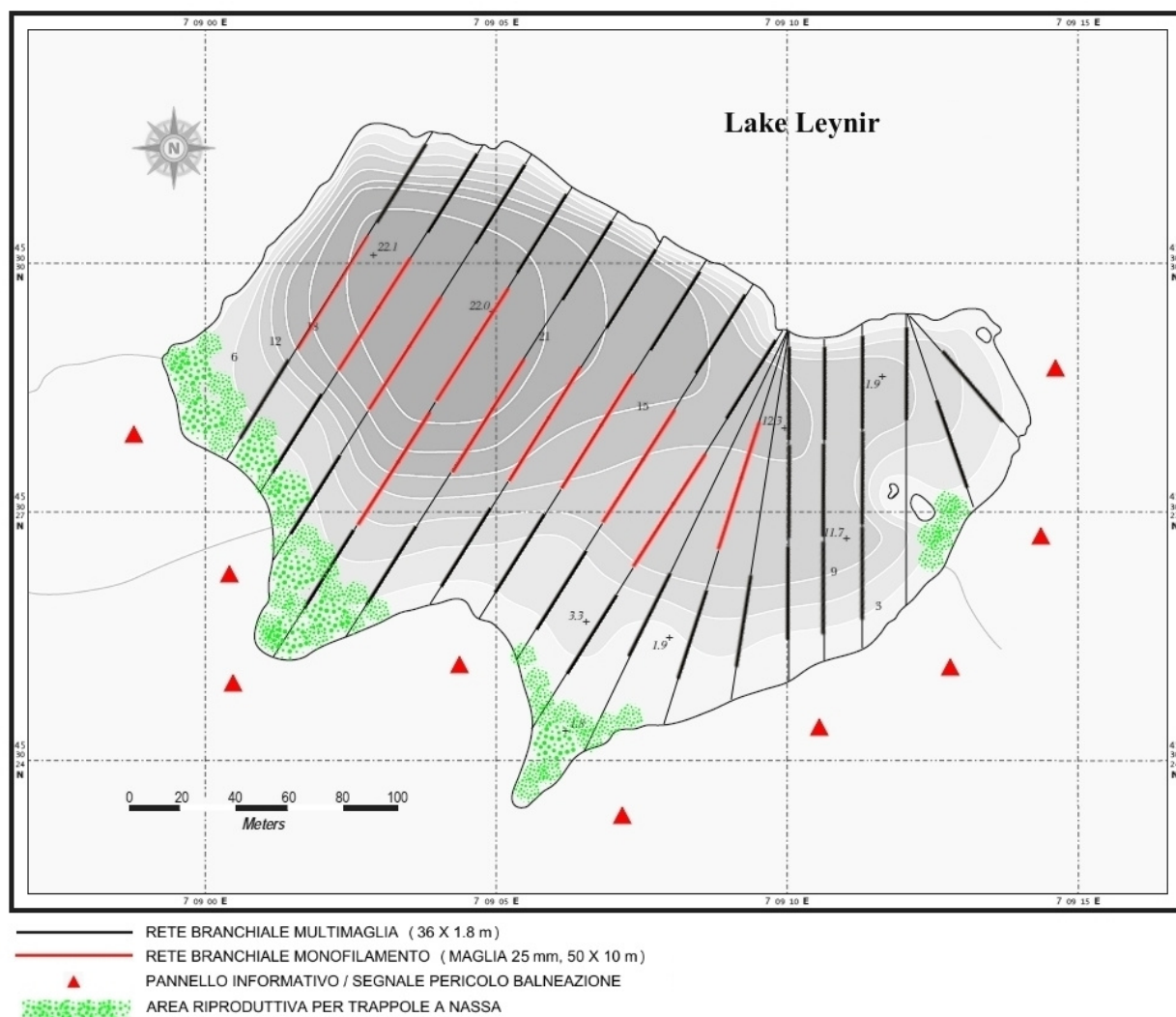


Fig.10 Schema di posizionamento delle reti, dei pannelli informativi e delle trappole a nassa nel lago Leynir.

Fig.10 Positioning of nets, information boards and fish traps in lake Leynir.

3.2 Azione D.1

3.2.1 Timetable

L'azione di monitoraggio D.1 continuerà per tutta la durata delle azioni di eradicazione C.1 e C.2 e proseguirà per almeno due anni dopo il termine delle azioni (Fig.11). L'azione D.1 si articola in diversi tipi di monitoraggio:

1. Monitoraggio del tasso di cattura dei pesci e caratterizzazione genetica delle popolazioni di *Salvelinus fontinalis*
2. Monitoraggio dei parametri chimico fisici
3. Monitoraggio della produttività primaria
4. Monitoraggio delle comunità acquatiche autoctone
 1. Zooplankton
 2. Zoobenthos
 3. Anfibi
5. Monitoraggio della connessione ecologica tra ambiente acquatico e terrestre

3.2 Action D.1

3.2.1 Timetable

Monitoring actions D.1 will be carried out during the entire eradication process and for at least two years after actions C.1 and C.2 will be finished (Fig.11).

Action D.1 provides for different types of monitoring:

1. Monitoring fish capture rate and genetic analyses of *Salvelinus fontinalis* populations
2. Monitoring physico-chemical parameters
3. Monitoring primary productivity
4. Monitoring native aquatic communities
 1. Zooplankton
 2. Zoobenthos
 3. Amphibians
5. Monitoring of ecological connection between aquatic and terrestrial environments

Anno- Year	2013				2014				2015				2016				2017			
Trimestre - Quarter	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
C.1 – C.2																				
D.1																				
Lavoro di campo - Field work																				
Lavoro di laboratorio - Laboratory work																				
Tasso di cattura dei pesci - Fish capture rate																				
Parametri abiotici - Abiotic parameters																				
Produttività primaria - Primary production																				
Zooplankton - Zooplankton																				
Zoobenthos																				
Anfibi - Amphibians																				
Connessione ecol. - Ecol. connection																				

Fig.11 Timetable delle attività previste nell’azione di monitoraggio D.1

Fig.11 Timetable of the activities provided by monitoring action D.1

3.2.2 Strumentazione

In Tab.4 è riportato un elenco dei materiali necessari per realizzare l’azione di monitoraggio D.1.

3.2.2 Equipments

In Tab.4 there is a list of all the equipments needed for the monitoring action D.1.



Fig.12 Equipaggiamento per l’azione di monitoraggio D.1. a) apparato di filtrazione per clorofilla; b) termometro Ocean seven 308; c) Fotometro LI COR 250 con sensore subacqueo

Fig.12 Equipment for D.1 monitoring action. a) Filtering apparatus for Chlorophyll; b) thermometer Ocean seven 308; c) Light meter LI COR 250 with underwater sensor

Tab.4 Elenco del materiale necessario per le azioni di monitoraggio D.1 **Tab.4** List f of the equipments needed for the monitoring action D.1

Materiale – Materials	Caratteristiche -Features	N
Tramaglio – Trammel	30 x 1.5 m, inner panel mesh size 17 mm (Monitoring fish capture rates)	1
Alcool puro 95% - 95% alcohol	5L (genetic analyses)	
Micro provette - Micro tubes	Eppendorff 1 mL (genetic analyses)	1000
Provette – Tubes	PET 5 mL	1000
Bottiglie – Bottles	PET 50 mL	500
Bottiglie – Bottles	PET 100 mL	100
Bottiglie – Bottles	PET, 1L	200
Bottiglia – Bottle	PET, 2L	1
GPS		1
Termometro con trasduttore di pressione– Thermometer with pressure transducer	Ocean seven 308, IDRONAUT profiler and reversing thermometer, with 10 and 50 m long cables (Fig.12)	1
Fotometro – Light meter	light meter (LI-COR LI-250) with a submersible sensor for Photosynthetically Active Radiation (PAR) (Fig.12)	1
Bottiglia Van Dorn – Van Dorn Bottle	2.5L Horizontal (stratified and integrated samples)	1
Corda metrica – Metric rope	10, 20, 50 m	3
Apparato di filtrazione – Filtering equipment	(Fig.12)	1
Filtri in fibra di vetro – Glass microfibre filters	Whatman GF/C, Ø 47mm (Clorophyll measures)	3
Pinzette - Tweezers		10
Alcol denaturato – Denatured alcohol	100L	
Retino da zooplankton – Zooplankton net	Apstein, Ø 0.4 m, mesh size 50 µm	2
Reti di riserva – Nets in store	Ø 0.4 m, mesh size 50 µm	3
Scampolo di rete – Net snip	3 m ² , mesh size 50 µm	
Rete da zoobenthos – Zoobenthos net	0.3 x 0.3 m D-frame net with handle	1
Trappole di emergenza – Emergency traps	Inverted funnel, for capturing emergent insect pupae	100
Trappole di affondamento – Sinking Traps	Funnel, for capturing insects falling into the water	100
Microscopio - Microscope		
Obiettivo – Objective	100X Oil immersion	1
Adattatore per fotocamera digitale – Digital camera adapter	Nikon T2 adapter	1
Fotocamera digitale – Digital camera		1
Vetrino conta-plancton – Plankton slide		1
Stereoscopio – Stereoscope		1

3.2.3 Metodi

In molti casi la presenza di pesci alloctoni nei laghi alpini d'alta quota è un fattore di esclusione ecologica per molti taxa autoctoni, inoltre causa una alterazione del flusso di energia e materia dall'ambiente acquatico a quello terrestre. Ci si aspetta che grazie al processo di eradicazione di *Salvelinus fontinalis*, si verifichi un recupero più o meno rapido del naturale funzionamento degli ecosistemi trattati, che include il ristabilirsi della naturale composizione faunistica, della naturale struttura degli ecosistemi e del flusso di energia tra ambienti litorali e acquatici. L'obiettivo dell'azione di monitoraggio D.1 è lo studio della resilienza delle comunità autoctone durante e nei due anni successivi all'eradicazione.

L'efficacia dell'eradicazione verrà monitorata regolarmente fin dall'inizio del progetto, presso tutti i laghi interessati dalle C.1 e C.2.

Tutte le operazioni di monitoraggio seguiranno lo stesso disegno sperimentale generale.

3.2.3 Methods

The presence of introduced fish in mountain lakes is often a factor of ecological exclusion for many native taxa, also affecting the flow of energy and matter from the aquatic to the terrestrial habitats. It is expected that the eradication of *Salvelinus fontinalis* will cause a more or less rapid recovery of the natural functioning of the ecosystems treated, including the restoration of the natural faunal assemblages, with a renaturalization of ecosystems and of the energy flow between terrestrial and aquatic habitats. The objective of the monitoring action D.1 is the study of the resilience of native communities during the eradication and in the following two years.

The eradication will be regularly monitored since the beginning of the project, within all the treated lakes.

All the different activities provided by D.1 will follow the same general experimental design.

General experimental design. The eradication process

Disegno sperimentale generale. Il disegno sperimentale prevede il confronto tra variabili pre-trattamento (eradicazione), in corso di trattamento e post-trattamento con due gruppi di controllo costituiti da un gruppo di laghi non trattati con fauna ittica introdotta (Nivolet inferiore, Rosset, Leità) e da un gruppo di laghi non trattati naturalmente privi di fauna ittica (Nivolet superiore, Trebecchi inferiore, Trebecchi superiore, Losere, Lillet).

Variabili di confronto. Le variabili di confronto saranno:

1. Densità ittica
2. Proprietà chimico-fisiche (in particolare i nutrienti)
3. Concentrazione di clorofilla
4. Composizione delle comunità zooplanctoniche
5. Densità zooplanctoniche
6. Struttura dimensionale delle comunità zooplanctoniche
7. Composizione delle comunità zoobentoniche
8. Presenza/abbondanza di anfibi
9. Tasso di emergenza di insetti acquatici
10. Tasso di "sprofondamento" degli insetti terrestri

Monitoraggio della densità della popolazione ittica e caratterizzazione genetica. La densità di popolazione di *Salvelinus fontinalis* verrà stimata in 2 modi: (1) Monitoraggio del decremento delle popolazioni di Salmerino tramite i dati di cattura ottenuti nel corso delle azioni di eradicazione. Il tasso di cattura dei pesci è una variabile che dipende in primo luogo dalla densità ittica. Con l'avanzamento del processo di eradicazione ci si aspetta una progressiva riduzione dei tassi di cattura che dovrebbero arrivare a zero a eradicazione riuscita (2) Monitoraggio del decremento delle popolazioni di Salmerino tramite indici di abbondanza (number of Catch Per Unit of fishing Effort - CPUE). L'andamento delle popolazioni di Salmerino sarà monitorato utilizzando il medesimo strumento di cattura in uso presso il Parco Nazionale Gran Paradiso prima dell'avvio del progetto di eradicazione (un tramaglio lungo 30 m e alto 1.5 metri con apertura di maglia 17 mm). Le sessioni di pesca con tramaglio si ripeteranno almeno due volte nel corso del monitoraggio ordinario presso ciascun lago trattato. Ulteriori cambiamenti nella struttura di popolazione di *Salvelinus fontinalis* saranno monitorati nel corso del processo di eradicazione misurando le biometrie (e.g. lunghezza, peso) di ciascun pesce catturato, considerando ognuno dei metodi applicati (reti a tramaglio, reti branchiali con maglie differenti, elettropesca, trappole a nassa).

E' possibile che in conseguenza di una forte opposizione al progetto di eradicazione, siano trasportati presso i laghi trattati degli avannotti di salmerino o altre specie ittiche al fine di vanificare gli sforzi di eradicazione. Per questo motivo, presso ciascun lago trattato, verranno raccolti alcuni campioni di tessuto muscolare dei salmerini al fine di caratterizzare ciascuna popolazione da un punto di vista genetico e per accertare successivi episodi di immissioni di novellame illegali con caratteristiche genetiche differenti, sulla base di un

will be monitored by comparing a set of abiotic and biotic variables before, during and after the treatment (eradicazione), with two control groups: a group of non-treated lakes with introduced fish fauna (Nivolet inferiore, Rosset, Leità) and a group of non treated lakes naturally devoid of fish (Nivolet superiore, Trebecchi inferiore, Trebecchi superiore, Losere, Lillet).

Compared variables. The variables that will be compared are:

1. Fish density
2. Chemical-physical properties (in particular nutrients)
3. Chlorophyll concentration
4. Zooplankton community assemblage
5. Zooplankton densities
6. Dimensional structure of the zooplankton community
7. Macroinvertebrates community assemblage
8. Presence / abundance of amphibians
9. Rate of emergence of aquatic insects
10. Rate of "sinking" of terrestrial insects

Monitoring the density of the fish population and their genetic characterization. The population density of *Salvelinus fontinalis* will be estimated in two ways: (1) Monitoring the decrease in populations of brook trout using capture-data collected during the eradication. The catching rate is a variable that depends primarily on the density of fish. A gradual reduction of the capture rate is expected and it should reach zero when the eradication will finish (2) Monitoring the decrease in populations of brook trout by using indices of abundance (number of Catch Per Unit Effort of fishing - CPUE). The density trends of brook trout will be monitored using the same capture device used by the Gran Paradiso National Park before the eradication project (a trammel net 30 m long 1.5 meters high with a mesh size of 17 mm). Fishing sessions with trammel will be repeated at least twice in the course of ordinary monitoring at each lake. Further changes in the population structure of *Salvelinus fontinalis* will be monitored during the process of eradication by biometric measures (e.g. length, weight) of each fish caught, considering each of the capture methods applied (trammel nets, gill nets with different mesh, electrofishing, traps).

It is possible that the eradication project would meet a strong opposition and that someone will transport some fry of brook trout or other fish species to the treated lakes, in order to thwart the eradication efforts. For this reason some samples of muscle will be collected at each treated lake, in order to characterize the genetic structure of the fish populations and to discover subsequent illegal release of fish with different genes, on the basis of a comparison with the initial populations. To this end mitochondrial genes will be sequenced.

Monitoring abiotic parameters. A thermal profile (with a thermometer Ocean Seven 208) and a photometric profile (with a photometer COR LI 250) (Fig. 12) will be taken at each lake. Integrated samples of water (1L) will be collected at the point of maximum depth of the lake

confronto genetico con le popolazioni iniziali. A tal fine verranno sequenziati dei geni mitocondriali.

Monitoraggio dei parametri chimico fisici. Presso ciascun lago verrà realizzato un profilo termico (con un termometro Ocean seven 208) e un profilo fotometrico (con un fotometro LI COR 250) (Fig.12). Campioni integrati d'acqua (1L) saranno raccolti nel punto di massima profondità del lago servendosi di una bottiglia Van Dorn. I campioni verranno conservati in frigorifero e analizzati entro 15 giorni dalla raccolta in un laboratorio specializzato in analisi chimiche. Le variabili chimiche considerate saranno il pH, la conducibilità, l'alcalinità, la concentrazione dei principali anioni e cationi, la concentrazione di nutrienti (fosforo, azoto totale, nitrati, ammoniacale, carbonio organico, silice reattiva)

Monitoraggio della produttività primaria. La concentrazione di Clorofilla-a (Chl-a) sarà utilizzata come proxy per misurare la produttività primaria presso i laghi. Un campione integrato d'acqua di 2L sarà raccolto nel punto di massima profondità del lago tramite una bottiglia Van Dorn. Un volume noto d'acqua (da 1 a 2 L) sarà filtrato tramite un apparato da filtrazione (Fig.12) su filtri Whatman GF/C, che trattengono le cellule algali. I filtri verranno riposti temporaneamente in pellicola di alluminio, etichettati e congelati. La concentrazione di Chl-a verrà misurata tramite spettrofotometria presso un laboratorio specializzato.

Monitoraggio dello zooplancton. I campioni quantitativi di zooplancton verranno raccolti con un retino di tipo Apstein (apertura di maglia 50 µm) nel punto di massima profondità del lago, trascinando la rete dal fondo alla superficie con una corda metrata. Il campione di zooplancton sarà filtrato sul campo e conservato in alcool denaturato 70% in bottigliette da 50 mL. I campioni di zooplancton verranno analizzati presso i laboratori del DSTA (Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente) dell'Università di Pavia, servendosi di un microscopio ottico e di un vetrino conta plancton. Dai campioni verranno ricavati dati sulla composizione delle comunità zooplanctoniche, sulle densità delle diverse specie, sulla struttura dimensionale delle comunità e delle popolazioni zooplanctoniche.

Monitoraggio dello zoobenthos. Nel corso della stessa sessione di campionamento saranno raccolti dei campioni semiquantitativi di macroinvertebrati acquatici degli habitat litorali accessibili. A tale scopo verrà utilizzato un retino immanicato standard per i campionamenti di zoobenthos. Il materiale raccolto verrà smistato e fissato in alcool 70% direttamente sul campo mentre l'identificazione a livello di genere o famiglia dei taxa campionati verrà effettuato nei mesi successive allo stereoscopio binoculare.

Monitoraggio di *Rana temporaria*. La presenza di *Rana temporaria* e l'utilizzo dei laghi come siti di riproduzione verrà monitorata tramite il conteggio delle ovature deposte nei laghi e l'andamento dello sviluppo larvale. Il metodo utilizzato per il monitoraggio di *Rana temporaria* sarà il Visual Encounter Survey (VES) lungo la linea di

using a Van Dorn bottle. The samples will be stored at low temperatures and analyzed within 15 days in a specialized laboratory. The chemical variables considered are: pH, conductivity, alkalinity, major anions and cations concentrations, nutrients concentrations (phosphorus, total nitrogen, nitrates, ammonia, organic carbon, reactive silica).

Monitoring of primary production. The concentration of chlorophyll-a (Chl-a) will be used as a proxy of primary production in lakes. An integrated sample of 2L of water will be collected at the point of maximum depth of the lake using a Van Dorn bottle. A measured volume of water (from 1 to 2 L) will be filtered with a filtration apparatus (Fig.12) using Whatman GF / C filters, retaining the algal cells. The filters will be stored temporarily in aluminum foil, labeled and frozen. The concentration of Chl-a will be measured with spectrophotometry at a specialized laboratory.

Zooplankton monitoring. Quantitative zooplankton samples will be collected with a plankton net (Apstein, mesh size 50 µm), at the point of maximum depth, dragging the net from the bottom to the surface with a metric rope. The samples will be filtered in the field and preserved with 70% denatured alcohol in 50 mL bottles. Samples will be analyzed at the laboratories of the DSTA (Department of Earth and Environmental Sciences), University of Pavia, using a microscope and a slide for plankton counts. From the analysis of zooplankton we will obtain data on the assemblage of the zooplankton communities, on the densities of the different species and on the size structure of zooplankton communities and populations.

Macroinvertebrates monitoring. During the same surveys described above, all the shore-accessible habitats will be sampled for semi-quantitative macroinvertebrates estimates. Three littoral habitats will be identified according to clast diameter: sand shores (clast diameter < 2mm), gravel shores (2mm < clast < 64mm) and stony shores (clast > 64mm). In each of these habitats 10 sweeps, each about one meter long, will be conducted with a standard d-frame net (mouth, 25 x 20 cm; mesh 0.5 mm). Macroinvertebrates sorting will be done in the field and the samples will be preserved in 70% ethanol. Identification at the family/genus level will be obtained using a stereoscope, in the following months.

Monitoring *Rana temporaria*. The presence of *Rana temporaria* and the suitability of the lakes as breeding sites will be monitored by counting egg masses and following the larval development. The used method for monitoring *Rana temporaria* will be the Visual Encounter Survey (VES) along the shoreline of the lake.

Ecological connection. The objective of this monitoring is to observe if the eradication of brook trout restores the natural exchange of biomass between aquatic and terrestrial habitats, quantifying the biomass of terrestrial invertebrates that fall into the water and the biomass of emerging insects switching from aquatic to terrestrial

costa del lago.

Connessione ecologica. L'obiettivo di questo monitoraggio è osservare se l'eradicazione delle popolazioni di salmerino ripristina i naturali scambi di biomassa fra ambiente acquatico e terrestre, quantificando la biomassa di invertebrati che dall'ambiente terrestre passa a quello acquatico (drift) e quella che dall'ambiente acquatico passa a quello terrestre (sfarfallamento di insetti acquatici). La cattura dei ditteri in fase di sfarfallamento avverrà attraverso emergence trap, mentre per la cattura del drift verranno usate trappole a caduta sommerse. Entrambe le tipologie di trappole saranno posizionate a pelo d'acqua e a pochi centimetri dal fondo, al fine di poter stimare la percentuale di animali predata da *Salvelinus fontinalis* durante l'attraversamento della colonna d'acqua. In ogni lago verranno posizionate diverse trappole. I campioni di insetti verranno conservati in alcool 70% e analizzati presso i laboratori del DSTA Università di Pavia.

3.2.4 Prodotti del monitoraggio

I risultati ottenuti nel monitoraggio verranno pubblicati in 4 report annuali sull'andamento del processo di eradicazione e 1 report tecnico finale sul processo di eradicazione. Inoltre i dati raccolti nel corso del monitoraggio verranno divulgati in ambiti scientifici (congressi, pubblicazioni scientifiche), didattici e gestionali.

4. RISULTATI ATTESI

4.1 Risultati attesi

L'eradicazione di pesci alloctoni da laghi d'alta quota di dimensioni ridotte tramite cattura intensiva con reti da pesca (azione C.1) è già stata sperimentata con successo in alcune aree montane del Nord America. L'efficienza del metodo è sufficientemente documentata e la morfologia della conca lacustre dei laghi coinvolti nella Conservation Action 1 (Fig.2) garantisce un'alta probabilità di successo. Ci si attende pertanto che le popolazioni di *Salvelinus fontinalis* siano eradiccate dai laghi coinvolti nella C.1 entro tre anni dall'inizio del progetto e che gli ecosistemi possano recuperare le condizioni di naturalità fino a somigliare agli ecosistemi dei laghi non interessati dall'introduzione di pesci alloctoni. Verosimilmente il recupero completo di condizioni di naturalità soddisfacenti dovrebbe richiedere 2 o 3 anni dopo il completamento dell'eradicazione, la durata del progetto permetterà perciò il monitoraggio delle fasi iniziali e avanzate del recupero degli ecosistemi.

I risultati dell'eradicazione sono altamente predicibili e comprendono:

1. il ritorno delle specie zooplanctoniche di grandi dimensioni (e.g. *Daphnia sp.*, *Cyclops sp.*)
2. un aumento della densità e delle biomasse delle

life. Emergence traps will be used to quantify the amount of emerging insects, while submerged pitfall traps will be used to quantify the amount of insects falling into the water. Both types of traps will be positioned close to the surface of water and a few centimeters to the bottom, in order to estimate the percentage of animals preyed by *Salvelinus fontinalis* during the ascent from the bottom of the lake. Several traps will be placed in each lake. The captured insects will be stored in 70% alcohol and analyzed at the laboratories of the University of Pavia DSTA.

3.2.4 Monitoring outputs

The results of the monitoring action D.1 will be published in four annual reports, describing the progress of the eradication process and 1 final technical report. Furthermore, the data collected during the monitoring activities will be disseminated in scientific field (conferences, scientific publications), to the public and in management institutions.



Fig.13 *Daphnia* gr. *pulicaria*, rinvenuta presso i laghi Nivolet, Trebecchi e Lillet

Fig.13 *Daphnia* gr. *pulicaria*, inhabiting lakes Nivolet, Trebecchi and Lillet

4. EXPECTED RESULTS

4.1 Expected Results

The eradication of introduced fish from small mountain lakes by intensive gillnetting (Action C.1) has already been successfully tested in some mountain areas in North America. The efficiency of the method is sufficiently documented and the morphology of the lake involved in the Conservation Action 1 (Fig.2) ensures a good probability of success. It is therefore expected that *Salvelinus fontinalis* will be eradicated from the lakes involved in C.1 within three years and that the lakes will recover their natural conditions. A satisfactory recovery of the natural conditions should likely take 2 or 3 years after the completion of eradication. The duration of the project will therefore allow us to observe both the early and the advanced phases of the recovery process.

The results of the eradication are highly predictable, including:

1. the return of large zooplankton species (e.g. *Daphnia sp.*, *Cyclops sp.*)
2. the increase in terms of density and biomass of large zooplankton species
3. to restore the natural dimensional structure of zooplankton communities and populations
4. the return of non-fossorial aquatic macroinvertebrates (e.g. stoneflies, caddisflies,

specie zooplanctoniche di grandi dimensioni

3. il ripristino dei naturali spettri dimensionali all'interno delle comunità e delle popolazioni zooplanctoniche
4. il ritorno di insetti e macroinvertebrati acquatici a vita bentonica non fossoria (e.g. plecoteri, tricoteri, coleotteri acquatici, acari, ecc.)
5. il ritorno di *Rana temporaria* nei siti da cui era precedentemente esclusa dalla presenza dei pesci

Inoltre è possibile che la rimozione dei pesci possa cambiare lo stato trofico dei laghi e che possa favorire lo stabilirsi di nuove popolazioni di *Daphnia gr. pulicaria* (Fig.13), che è un crostaceo zooplanctonico estremamente raro sulle Alpi che ha i suoi siti di distribuzione principali presso quattro laghi privi di fauna ittica del PNGP dove è presente con popolazioni geneticamente ben differenziate dal resto delle popolazioni europee.

L'efficienza dell'utilizzo delle reti per l'eradicazione è ben documentata per i laghi di piccole dimensioni, ma non per laghi più grandi, come il lago Leynir. Alla fine del terzo anno di catture sarà possibile stabilire se questo metodo, combinato con l'elettropesca, è applicabile a questa tipologia di laghi e nel caso che il processo vada a buon fine sarà possibile redigere un protocollo di cattura esportabile ad altre realtà.

Se il Salmerino di fonte sarà eradicato dal lago Leynir ci si aspetta un veloce recupero delle condizioni di naturalità originaria, che richiederà 2 o 3 anni di tempo. Gli effetti positivi attesi sulla biodiversità di questo lago sono analoghi a quelli descritti per i laghi coinvolti nella C.1.

4.2 Valorizzazione e continuazione del progetto

Le azioni di eradicazione sono un processo irreversibile. Una volta eliminati tutti i pesci dai laghi per cattura diretta o per addizione di un fattore di mortalità aggiuntiva non sostenibile per la popolazione alloctona, nessuna ulteriore azione sarà necessaria per garantire il mantenimento dei miglioramenti ecologici ottenuti. Tuttavia il processo di resilienza degli ecosistemi trattati è un risultato la cui documentazione è fondamentale per supportare e giustificare agli occhi dell'opinione pubblica e degli amministratori l'intero processo di eradicazione. Il termine dell'eradicazione è previsto allo scadere del terzo anno di progetto e vi saranno perciò due anni di monitoraggio inclusi nei finanziamenti. Allo scadere del quinto anno sarà opportuno prevedere la continuazione del monitoraggio, ma sarà agevole per l'ente Parco continuare i monitoraggi con fondi e manodopera proprie, visto che non saranno previste ulteriori spese per l'acquisto di attrezzatura, che negli anni successivi verrà utilizzata da dipendenti del Parco e enti convenzionati con il Parco stesso (e.g. Università, istituti di ricerca) o temporaneamente messa a disposizione di altri enti Parco qualora essi volessero emulare l'esperienza di eradicazione o monitoraggio presso i propri laghi. Le reti da pesca, una volta rimosse dai laghi saranno a disposizione per ripetere l'eradicazione in altri laghi del Parco. Il riutilizzo del materiale da pesca

aquatic beetles, acarina, etc.).

5. the return of *Rana temporaria* where it had previously been excluded by the presence of fish.

It is also possible that the removal of fish can positively affect the trophic status of the lakes and can encourage the establishment of new populations of *Daphnia gr. pulicaria* (Fig.13), which is an extremely rare crustacean which has its main distribution sites at four lakes without fish of the GPNP, where it established some population genetically differentiated from the rest of the European populations.

The efficiency of gillnetting is well documented for small lakes, but not for the larger lakes, such as Lake Leynir. At the end of the third year of work we will have some insights about the effectiveness of this method, combined with electrofishing, and we will determine if it is applicable to larger lakes or not. In the case that the eradication efforts are successful, it will be possible to draw up a methodological protocol exportable to other areas. If Brook trout will be eradicated from the lake Leynir, a quick recovery (taking take 2 or 3 years) to the original natural conditions is expected. The expected positive effects on biodiversity of C.2 are similar to those described for the lakes involved in C.1.

4.2 Project promotion and continuation

Eradication is an irreversible process. Once all the fish have been removed from the lakes by direct capture or by the addition of an unsustainable mortality factor, no further actions will be necessary to ensure the maintenance of the benefits achieved. However, the process of ecosystem resilience need to be well documented as an essential tool to support to the public opinion and to the administrators the eradication project. The end of eradication actions is expected at the end of the third year of the project and therefore there will be two years of monitoring included in the project. At the end of the fifth year, it would be interesting to continue the monitoring activities. This will be easily done by the Gran Paradiso National Park using internal resources, since there will be no additional costs for equipments. Equipments will be used by employees of the Park and by its collaborators (e.g. universities, research institutes), or lend to other Park whenever they want to emulate the experience of monitoring or eradication in their lakes. Fishing nets, once removed from the lakes will be available for repeat eradication in other lakes in the park. The re-use of nets within the park will strongly depend on the success of the eradication action C.2 in the large lake: a success in this lake would enlarge the applicability of this technique to a number of similar lakes. Otherwise, these nets that will not be damaged at the end of the project, can be used in small lakes in the park or lend to other institutions for similar actions of conservation.

The irreversibility of the eradication project is also strictly guaranteed by the fact that the lakes are in a protected area, where fishing is not allowed and where there is a

all'interno del Parco dipenderà molto dall'esito dell'eradicazione nel lago di grandi dimensioni: un successo in questo ambiente aprirebbe la possibilità di applicare la tecnica di eradicazione a diversi laghi simili. In caso contrario, le reti che alla fine del progetto non saranno danneggiate potranno essere riutilizzate in piccoli laghi del Parco o prestate a altri enti per interventi analoghi di conservazione.

L'irreversibilità del progetto di eradicazione è inoltre rigorosamente garantita dal fatto che i laghi trattati insistono sul territorio del Parco Nazionale Gran Paradiso, dove la pesca non è consentita e il corpo di guardia sorveglia capillarmente il territorio senza possibilità che ulteriori introduzioni di fauna ittica passino inosservate.

Le informazioni e i risultati ottenuti nel corso del progetto avranno una risonanza internazionale grazie alla produzione scientifica su riviste peer reviewed e in congressi nazionali e internazionali, alla diffusione dei risultati in ambito accademico, tra aree protette (e.g. Parchi nazionali, oasi, SIC, ZPS, ecc.), enti di gestione delle risorse naturali (e.g. regioni, province, comuni, autorità di bacino) e associazioni ambientaliste. Inoltre particolare importanza sarà dedicata all'informazione e alla sensibilizzazione della comunità del parco e ai fruitori del Parco, con conferenze, depliant informativi ecc.

strong surveillance with little possibility of further introduction of fish.

The information obtained in the course of the project will have an international impact through the production of scientific peer-reviewed papers and the attendance at national and international conferences, the dissemination of results to scientists, protected areas (e.g. national parks, oasis, SCI, SPA, etc.), governmental institutions (e.g., regions, provinces, municipalities, river basin authorities) and environmental groups. In addition, particular attention will be dedicated to inform and increase the awareness of the human community of the park and the users of the park, with lectures, brochures etc.

BIBLIOGRAFIA / REFERENCES

- Anderson RS. 1970. Effects of rotenone on zooplankton communities and a study of their recovery patterns in two mountain lakes in Alberta. *Journal of the Fisheries Board of Canada* 27: 1335-1356.
- APAT. 2007. Protocollo di campionamento della fauna ittica dei laghi italiani.
- Bellati A, Tiberti R, Cocca W, Galimberti A, Casiraghi M, Bogliani G, Galeotti P 2013. The European *Daphnia pulex* from the Alps: molecular approach reveals unsuspected phylogeographic structure at small spatial scale. In preparation.
- Californian Department of Fish and Game (CDFG) 1994. Rotenone use for fisheries management. Programmatic environmental impact report. Inland Fisheries Division and Environmental Services Division, Sacramento, California.
- Chandler JH and LL Marking. 1982. Toxicity of rotenone to selected aquatic invertebrates and frog larvae." *The Progressive Fish-Culturist* 44: 78-80.
- Cushing CE and JR Olive. 1957. Effects of Toxaphene and Rotenone upon the Macroscopic Bottom Fauna of Two Northern Colorado Reservoirs. *Transactions of the American Fisheries Society* 86:294-301.
- Gliwicz ZM and MG Rowan. 1984. Survival of *Cyclops abyssorum* (Copepoda, Crustacea) in alpine lakes stocked with planktivorous fish. *Limnol. Oceanogr.* 29: 1290-1299.
- Knapp RA and KR Matthews. 1998. Eradication of nonnative fish by gill netting from a small mountain lake in California. *Restoration Ecology* 6:207-213.
- Knapp RA, DM Boiano and VT Vredenburg. 2007. Removal of nonnative fish results in population expansion of a declining amphibian (mountain yellow-legged frog, *Rana muscosa*). *Biological Conservation* 135:11-20.
- Iacobuzio R and R Tiberti. 2011. Cloud cover does not clearly affect the diurnal vertical distribution of crustacean zooplankton in naturally fishless alpine lakes. *Zooplankton and Benthos Research*, 6: 210-214.
- Metta S, J von Hardenberg, R Tiberti and A Provenzale. 2011. Monitoring campaign of two high-altitude alpine lakes in the Gran Paradiso National Park, Italy. CNR-ISAC-TO Internal Report 2011/01.
- Magnea U, R Sciascia, F Paparella, R Tiberti and A Provenzale. 2013. A model for high-altitude alpine lake ecosystems and the effect of introduced fish. *Ecological models*, 251: 211-220.
- Neves RJ. 1975. Zooplankton recolonization of a lake cove treated with rotenone. *Transactions of the American Fisheries Society* 104: 390-393.
- Solman VEF. 1950. History and use of fish poisons in the United States. *The Canadian Fish Culturist* 8: 3-16.

- Tiberti R, GA Tartari & A Marchetto. 2010. Geomorphology and hydrochemistry of 12 Alpine lakes in the Gran Paradiso National Park, Italy. *Journal of Limnology*, 69: 242-256.
- Tiberti R. 2011. Morphology and ecology of *Daphnia middendorffiana*, Fisher 1851 (Crustacea, Daphniidae) from four new populations in the Alps. *Journal of Limnology*, 70: 239-247.
- Tiberti R and M Barbieri. 2011. Evidences of zooplankton vertical migration in stocked and never stocked alpine lakes in Gran Paradiso National Park (Italy). *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 40: 36-42.
- Tiberti R, Bellati A, Cocca W e Galimberti A. 2011. Approccio integrato per la caratterizzazione di popolazioni alpine di *Daphnia*. 72° Congresso Unione Zoologica Italiana, Bologna.
- Tiberti R. 2012. Ecology of alpine lakes in Gran Paradiso National Park. PhD Thesis, University of Pavia, Pavia.
- Tiberti R and A von Hardenberg. 2012. Impact of alien fish on Common frog (*Rana temporaria*) close to its altitudinal limit in alpine lakes. *Amphibia Reptilia* 33: 303-307 .
- Tiberti R, B Bassano, G Bogliani and A von Hardenberg. 2012. Impact of introduced brook trout (*Salvelinus fontinalis*) on high altitude alpine lake ecosystems: towards an eradication plan for the Gran Paradiso National Park. 3rd European Congress on Conservation Biology ECCB , Glasgow, UK.
- Tiberti R and R Iacobuzio. 2013. Does fish predation influence the vertical distribution of zooplankton in high transparency lakes? *Hydrobiologia*, in press.
- Tiberti R, S Metta, M Austoni, C Callieri, G Morabito, A Marchetto, M Rogora, G A. Tartari, J von Hardenberg and A Provenzale. 2013a. Ecological dynamic of two remote alpine lake in summer. *Journal of Limnology*, accepted.
- Tiberti R, A von Hardenberg and G Bogliani. 2013b. Severe seasonality is an important mediator of the impact of introduced fish in high altitude lakes. *Hydrobiologia*, submitted.
- Tiberti R, E Acerbi and R Iacobuzio. 2013c. Preliminary studies on fish capture techniques in Gran Paradiso alpine lakes: towards an eradication plan. *Journal of Mountain Ecology*, submitted.
- Vredenburg VT. 2004. Reversing introduced species effects: experimental removal of introduced fish leads to rapid recovery of a declining frog. *PNAS*, 101: 7646-7650.