

# ANALISI DELLO STATO DI QUALITA' DELLA FAUNA ITTICA NEI LAGHI

Dal campionamento all'analisi dei dati



*Pietro VOLTA*

*CNR-Istituto per lo Studio degli Ecosistemi*

*[p.volta@ise.cnr.it](mailto:p.volta@ise.cnr.it)*

# ANALISI DELLO STATO DI QUALITA' DELLA FAUNA ITTICA NEI LAGHI

- Condizioni di riferimento, metodi di campionamento, metodi di classificazione: stato dell'Arte in Europa.
- Metodi di campionamento in Italia
- Metodo di classificazione in Italia e sue applicazioni



Trota (*Salmo trutta*) – Lago Maggiore



Tinca (*Tinca tinca*)

- La WFD richiede derivare il giudizio sullo Stato Ecologico di un corpo idrico dalla valutazione dello stato degli elementi di qualità biologica con il supporto degli elementi idromorfologici e chimico fisici secondo l'approccio one-out/all-out.
- Lo stato di un elemento di qualità biologica si determina dall'analisi dello scostamento tra le condizioni attuali e le condizioni di riferimento tipologiche espresso come **Rapporto di Qualità Ecologica (RQE)**
- Per determinare le condizioni di riferimento
  - a) Analisi della comunità in siti di riferimento (chimico-fisico e idromorfologico)
  - b) Approccio storico/modellistico
  - c) Giudizio esperto



Agone (*Alosa fallax lacustris*) - Lago Maggiore



Luccio (*Esox lucius*) - Lago del Piano



Lavarello (*Coregonus lavaretus*) - Lago Maggiore

# EUROPA: stato dell'arte

## **METODI DI CAMPIONAMENTO E RACCOLTA DATI**

Ad oggi 75% Stati Membri (MS) hanno raccolto dati secondo protocolli di campionamento standardizzati

I dati sono resi disponibili nel processo di intercalibrazione.

Sono rappresentati circa 1200 laghi.

## **CONDIZIONI DI RIFERIMENTO**

Due diversi approcci in relazione alla presenza e al numero di siti di riferimento

- a) Derivazione delle condizioni di riferimento da siti di riferimento
- b) Definizione delle condizioni di riferimento utilizzando approccio storico/ modellistico/giudizio esperto

## **METODI DI CLASSIFICAZIONE**

6 MS (Svezia, Finlandia, Francia, Austria, Slovenia, Italia) hanno un metodo di classificazione ufficiale in fase di test/validazione.

A scala Europea (Cross-GIG)

- 1) Sviluppo di metriche comuni per intercalibrare i metodi di classificazione nazionali
- 2) Sviluppo indice comune

# Metodi di campionamento

La WFD 2000/60/CE (Allegato V, punto 1.3.6) indica che:

*“I metodi impiegati per il monitoraggio dei parametri tipo devono essere conformi alle norme internazionali ovvero ad altre norme nazionali o internazionali analoghe che assicurino dati comparabili ed equivalenti sotto il profilo della qualità scientifica”*

Per LA FAUNA ITTICA

*“I campionamenti devono essere pertinenti alle norme CEN/ISO ”*

# Metodologie di campionamento

La maggioranza dei MS su indicazione della Commissione Europea ha scelto di utilizzare i metodi definiti nei documenti:

- UNI EN 14962, 2006. *Water quality – Guidance on the scope and selection of fish sampling methods.*
- UNI EN 14757, 2005. *Water quality – Sampling of fish with multi-mesh gillnets.*
- UNI EN 14757, 2005. *Water quality – Sampling of fish with electricity*

Solo dati derivati da campionamenti conformi CEN sono attualmente accettati nel processo di intercalibrazione, sviluppo di metriche comuni, analisi delle incertezze (CrossGIG, WISER)

Tutti i MS sono stati „*invitati*“ ad utilizzare tale metodologia di campionamento

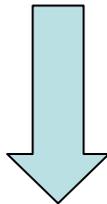
**Ad oggi 90% dei MS hanno definito i protocolli di campionamento conformi a UNI EN 14757, Italia inclusa.**

# Campionamento fauna ittica nei laghi (1-Principi)

Non esiste un metodo “migliore” di altri.  
Ogni metodo ha vantaggi e svantaggi.

E' fondamentale che siano assicurate

- Relativa facilità di esecuzione
- La standardizzazione e ripetibilità per la confrontabilità dei risultati
- La “buona” rappresentazione della comunità

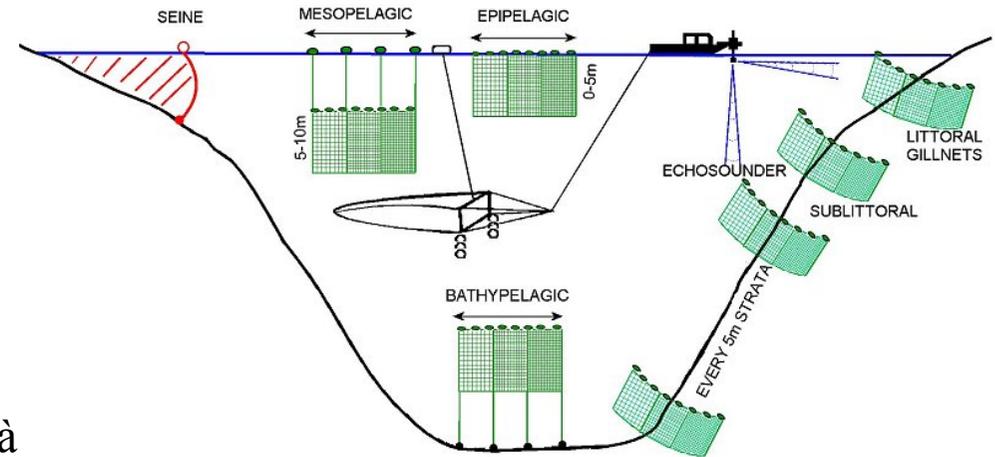


WFD: Composizione, abbondanze e struttura di età

La composizione e la struttura della comunità (specie rappresentative della tipologia lacustre indagata)

La struttura di popolazione (Taglia – Età)

Gli habitat (Litorale, Sublitorale, Profondo, Pelagico)

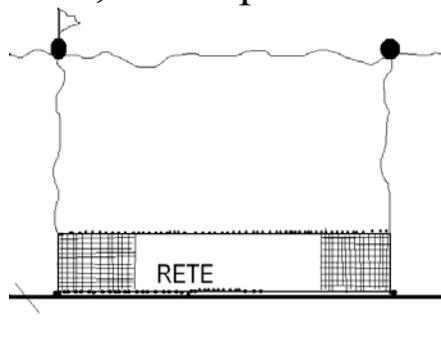


# Campionamento fauna ittica nei laghi (2-Metodi)

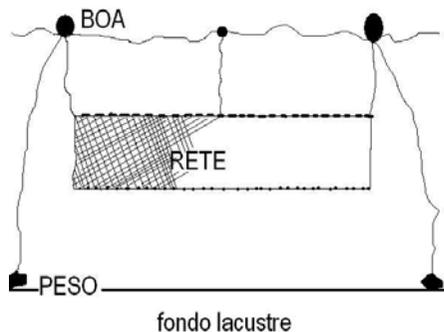
[www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/metodi\\_bio\\_acque.html](http://www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/metodi_bio_acque.html)

## Reti Branchiali Multimaglia (RBM)

Bentiche o “da fondo”  
(30x1,5m 12 pannelli 5-55mm)



Pelagiche  
(27,5x6m 11 pannelli 6.25-55mm)



## Elettropesca

- Potenza adeguata
- Imbarcazione
- Standardizzazione metodo (PASE – Abbondanza per punti)



[www.iii.to.cnr.it/rap\\_I-CH/Report\\_CNR-ISE\\_02-2009.pdf](http://www.iii.to.cnr.it/rap_I-CH/Report_CNR-ISE_02-2009.pdf)

# Campionamento fauna ittica nei laghi (2-Metodi)



CAMPIONAMENTO STRATIFICATO  
Standardizzato sul volume

Reti pelagiche (RBMP)

Numero di sforzi di pesca (reti) in relazione alla superficie del lago. Gli strati hanno una altezza di 6 metri.

| Superficie del lago (km <sup>2</sup> ) | n.reti per ogni strato |
|--|------------------------|
| <5                                     | 6                      |
| Da 5,1 a 10,0                          | 8                      |
| da 10,1 a 50,0                         | 10                     |
| >50,1                                  | 12                     |

Reti “da fondo” RBMF

| Numero di reti bentiche in relazione alla superficie e profondità del lago |                              |                        |             |              |              |              |            |     |
|--|------------------------------|------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|------------|-----|
| Area del lago  | Strato della colonna d'acqua | Profondità massima (m) |             |              |              |              |            |     |
|  |                              | <6                     | da 6 a 11,9 | da 12 a 19,9 | da 20 a 34,9 | da 35 a 49,9 | da 50 a 75 | >75 |
| <0,2 km <sup>2</sup>   | <3m                          | 4                      | 3           | 4            | 4            | 3            |            |     |
|  | da 3 a 5,9                   | 4                      | 3           | 4            | 3            | 3            |            |     |
|  | da 6 a 11,9                  |                        | 2           | 4            | 3            | 3            |            |     |
|  | da 12 a 19,9                 |                        |             | 4            | 3            | 3            |            |     |
|  | da 20 a 34,9                 |                        |             |              | 3            | 2            |            |     |
|  | da 35 a 49,9                 |                        |             |              |              | 2            |            |     |
| <b>TOTALE</b>  |                              | 8                      | 8           | 16           | 16           | 16           |            |     |
| da 0,21 a 0,5 km <sup>2</sup>  | <3m                          | 4                      | 5           | 5            | 5            | 5            |            |     |
|  | da 3 a 5,9                   | 4                      | 6           | 5            | 5            | 5            |            |     |
|  | da 6 a 11,9                  |                        | 5           | 3            | 5            | 6            |            |     |
|  | da 12 a 19,9                 |                        |             | 3            | 5            | 6            |            |     |
|  | da 20 a 34,9                 |                        |             |              | 4            | 6            |            |     |
|  | da 35 a 49,9                 |                        |             |              |              | 4            |            |     |
| <b>TOTALE</b>  |                              | 8                      | 16          | 16           | 24           | 32           |            |     |
| da 0,51 a 1,0 km <sup>2</sup>  | <3m                          | 8                      | 8           | 7            | 7            | 7            | 7          |     |
|  | da 3 a 5,9                   | 8                      | 8           | 7            | 7            | 7            | 7          |     |
|  | da 6 a 11,9                  |                        | 8           | 5            | 9            | 7            | 10         |     |
|  | da 12 a 19,9                 |                        |             | 5            | 6            | 4            | 4          |     |
|  | da 20 a 34,9                 |                        |             |              | 3            | 4            | 4          |     |
|  | da 35 a 49,9                 |                        |             |              |              | 3            | 4          |     |
|  | da 50 a 75                   |                        |             |              |              |              | 4          |     |
| <b>TOTALE</b>  |                              | 16                     | 24          | 24           | 32           | 32           | 40         |     |
| da 1,1 a 2,5 km <sup>2</sup>   | <3m                          | 8                      | 8           | 8            | 7            | 7            | 7          |     |
|  | da 3 a 5,9                   | 8                      | 8           | 8            | 7            | 7            | 7          |     |
|  | da 6 a 11,9                  |                        | 8           | 8            | 10           | 10           | 6          |     |
|  | da 12 a 19,9                 |                        |             | 8            | 8            | 6            | 6          |     |
|  | da 20 a 34,9                 |                        |             |              | 8            | 6            | 6          |     |
|  | da 35 a 49,9                 |                        |             |              |              | 4            | 4          |     |
|  | da 50 a 75                   |                        |             |              |              |              | 4          |     |
| <b>TOTALE</b>  |                              | 16                     | 24          | 32           | 40           | 40           | 40         |     |
| da 2,6 a 10,0 km <sup>2</sup>  | <3m                          | 12                     | 11          | 10           | 10           | 10           | 10         | 10  |
|  | da 3 a 5,9                   | 12                     | 11          | 10           | 10           | 10           | 10         | 10  |
|  | da 6 a 11,9                  |                        | 10          | 10           | 10           | 10           | 10         | 10  |
|  | da 12 a 19,9                 |                        |             | 10           | 10           | 8            | 8          | 10  |
|  | da 20 a 34,9                 |                        |             |              | 8            | 6            | 8          | 5   |
|  | da 35 a 49,9                 |                        |             |              |              | 4            | 6          | 5   |
|  | da 50 a 75                   |                        |             |              |              |              | 4          | 4   |
|  | > 75                         |                        |             |              |              |              |            | 4   |
| <b>TOTALE</b>  |                              | 24                     | 32          | 40           | 48           | 48           | 56         | 56  |
| da 10,1 a 50,0 km <sup>2</sup>   | <3m                          | 12                     | 11          | 10           | 10           | 10           | 10         | 10  |
|  | da 3 a 5,9                   | 12                     | 11          | 10           | 10           | 10           | 10         | 10  |
|  | da 6 a 11,9                  |                        | 10          | 10           | 12           | 12           | 10         | 10  |
|  | da 12 a 19,9                 |                        |             | 10           | 12           | 9            | 10         | 10  |
|  | da 20 a 34,9                 |                        |             |              | 12           | 9            | 10         | 10  |
|  | da 35 a 49,9                 |                        |             |              |              | 6            | 10         | 6   |
|  | da 50 a 75                   |                        |             |              |              |              | 4          | 4   |
|  | > 75                         |                        |             |              |              |              |            | 4   |
| <b>TOTALE</b>  |                              | 24                     | 32          | 40           | 56           | 56           | 64         | 64  |

# Campionamento fauna ittica nei laghi (3-Periodo di campionamento)

- **Periodo stagionale**

Reti Multimaglia e Elettropesca

1 Luglio – 15 Ottobre

Si interferisce solo solo mimimamente con la riproduzione della maggior parte delle specie

Si possono catturare gli stadi giovanili

La T° acqua è ok, massima attività, facilitata la cattura nelle reti (strumenti passivi).

- **Orario**

Reti Multimaglia

Tramonto-alba (12 ore circa)

Il tempo di posa può variare in relazione alla tipologia lacustre

Elettropesca

Da effettuarsi possibilmente nelle ore di bassa luminosità (ma attenzione alla sicurezza!)



# Campionamento fauna ittica nei laghi (4- Criticità operative)

- Esperienza del team di monitoraggio  
Attività di campionamento sui laghi (anche di grandi dimensioni)  
Utilizzo delle metodiche in condizioni potenzialmente difficili (vento, onde, pioggia)  
Utilizzo imbarcazione (adeguata alla tipologia lacustre)  
Adeguate competenze per valutare i tempi di posa delle reti
- Sicurezza  
Dei mezzi (imbarcazioni adeguate)  
Della strumentazione (pesca elettrica, reti)  
Del personale (giubbotto salvagente, abbigliamento)
- Perizia nell'analisi del campione  
Identificazione specie, lunghezza, età.....



Courtesy: Ian Winfield

# Raccolta dati di campagna

- Nominativo Lago
- Data
- Tipo strumento (RBMF, RMBP, EP)
- Posizione rete (GPS), Punto EP
- N.rete
- Profondità rete

# Raccolta dati campione

- Specie
- Lunghezza totale
- Peso totale
- Sesso
- Età
- N. rete (quindi corrispondenza con strato e zona)

## TEMPISTICA CAMPIONAMENTO E PROCESSAMENTO CAMPIONE (DA INIZIO OPERAZIONI A FINE ELABORAZIONE DATI)

*Un team ben addestrato e preparato di 4-5 persone processa completamente 24 RBM + relativa elettropesca (con relative analisi e elaborazioni del campione) in 6 giornate lavorative complete.*

# Casi di applicazione

|                       | <b>Prof.<br/>(m)</b> | <b>Area<br/>(km<sup>2</sup>)</b> | <b>TP<br/>(mg)</b> | <b>n.reti</b> | <b>Tempo posa<br/>(h)</b> | <b>n.individui</b> | <b>n.punti EP</b> | <b>n.individui</b> | <b>n.specie</b> |
|-----------------------|----------------------|----------------------------------|--------------------|---------------|---------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-----------------|
| <b>L. di Alserio</b>  | 9                    | 1,23                             | 60                 | 24+4          | 14                        | 4327               | 90                | 422                | 9+4             |
| <b>L. di Candia</b>   | 6                    | 0,51                             | 30                 | 16            | 12                        | 600                | 70                | 330                | 8+1             |
| <b>L. del Piano</b>   | 13                   | 0,63                             | 30                 | 24            | 12                        | 1852               | 80                | 461                | 7+4             |
| <b>L. del Segrino</b> | 9                    | 0,38                             | 16                 | 16            | 14                        | 1881               | 80                | 275                | 7+3             |
| <b>L. Maggiore*</b>   | 370                  | 212                              | 11                 | 64            | 14                        | 1830               | -                 |                    | 15              |



## Lake Fish Index (LFI) è INDICE MULTIMETRICO

L' indice si basa su:

- Tipizzazione dei bacini lacustri mediante una ricostruzione storica della composizione in specie
- Definizione, per ogni tipo lacustre, di associazioni faunistiche-caratteristiche (specie chiave e tipo-specifiche) >>> **COMUNITA' DI RIFERIMENTO**
- Metodo di campionamento standardizzato (Conforme ISO/CEN)
- Metriche che considerano la composizione, le abbondanze e la struttura di età

# *LFI-Lake Fish Index*

|   | METRICA  | Riferimento | Elevato/buono | Buono /sufficiente | Sufficiente/scarso         | Scarso/cattivo             |
|---|--|-------------|---------------|--------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | Abbondanza specie chiave (NPUE)  | >60         | 60-7          | 6-1                | Non catturate ma segnalate | Non catturate né segnalate |
|   | RQE <sub>1</sub>   | 1           | 0,8           | 0,6                | 0,4                        | 0,2                        |
| 2 | Struttura di popolazione per la specie chiave (PSD Index)                        | 35-65       | 25-34/66-75   |                    |                            | <25/>75                    |
|   | RQE <sub>2</sub>   | 1           | 0,6           |                    |                            | 0,2                        |
| 3 | % di specie chiave e tipo-specifiche di cui si verifica il successo riproduttivo | >80%        | 80-66%        | 65-51%             | 50-25%                     | <25%                       |
|   | RQE <sub>3</sub>   | 1           | 0,8           | 0,6                | 0,4                        | 0,2                        |
| 4 | Diminuzione % n. specie ittiche chiave e tipo-specifiche                         | <20%        | 20-40%        | 41-60%             | 61-80%                     | >80%                       |
|   | RQE <sub>4</sub>   | 1           | 0,8           | 0,6                | 0,4                        | 0,2                        |
| 5 | Presenza aliene  | <20%        | 20-40%        | 41-60%             | 61-80%                     | >80%                       |
|   | RQE <sub>5</sub>   | 1           | 0,8           | 0,6                | 0,4                        | 0,2                        |

$$\mathbf{RQE_{tot} = (RQE_1 + RQE_2 + RQE_3 + RQE_4 + RQE_5) / 5}$$

*NB. Per quanto riguarda l'EQB "pesci" ogni lago è considerato come un unico corpo idrico. Nei laghi con superficie superiore a 50km<sup>2</sup> - il cui campionamento presuppone la suddivisione in sottobacini, il valore finale degli RQE è calcolato come media aritmetica degli RQE calcolati per ogni sottobacino.*

# ECOREGIONE ALPINA

## Specie chiave e tipo-specifiche

|                               | <b>Tipo 1</b><br><b>(Profondi Nord Ovest)</b>  | <b>Tipo 2</b><br><b>(Profondi Nord Est)</b>       | <b>Tipo 3</b><br><b>(Poco Profondi)</b> | <b>Tipo 4</b><br><b>(Alpini)</b>         |
|-------------------------------|--|---|---|--|
| <b>Specie chiave</b>          | Agone<br>Bottatrice<br>Coregone lavarello  | Luccio<br>Tinca<br>Scardola                       | Luccio<br>Tinca<br>Scardola             | Sanguinerola                             |
| <b>Specie Tipo-specifiche</b> | Alborella<br>Cavedano<br>Carpa<br>Luccio<br>Pesce persico<br>Scardola<br>Tinca<br>Triotto<br>Trota | Cavedano<br>Carpa<br>Savetta<br>Scazzone<br>Trota | Alborella<br>Carpa<br>Pesce persico     | Trota*/<br>Salmerino alpino*<br>Scazzone |

|                          | <b>Candia</b>                                  |            |     | <b>Piano</b>                                   |          |     | <b>Alserio</b>                                 |            |     | <b>Segrino</b>                             |          |     | <b>Maggiore</b>                                 |            |     |
|--------------------------|--|------------|-----|--|----------|-----|--|------------|-----|--|----------|-----|---|------------|-----|
| <b>Metrica 1</b>         | L  | S          | T   | L  | S        | T   | L  | S          | T   | L  | S        | T   | A   | C          | B   |
| NPUE                     | 0  | 496        | 0   | 45   | 572      | 11  | 2  | 342        | 4   | 13   | 506      | 9   | 50  | 55         | 20  |
| RQE                      | 0,4  | 1          | 0,4 | 1  | 1        | 1   | 0,6  | 1          | 0,6 | 0,8  | 1        | 0,8 | 0,8   | 0,8        | 0,8 |
| <b>RQE<sub>1</sub></b>   |  | <b>0,6</b> |     |  | <b>1</b> |     |  | <b>0,8</b> |     |  | <b>1</b> |     |   | <b>0,8</b> |     |
| <b>Metrica 2</b>         | L  | S          | T   | L  | S        | T   | L  | S          | T   | L  | S        | T   | A   | C          | B   |
| PSD                      | 0  | 80         | 0   | 46   | 96       | 100 | 0  | 58         | 50  | 0  | 72       | 100 | 60  | 33         | 25  |
| RQE                      | 0,2  | 0,2        | 0,2 | 0,8  | 1        | 0,8 | 0,2  | 1          | 1   | 0,2  | 0,6      | 0,2 | 1   | 0,6        | 0,2 |
| <b>RQE<sub>2</sub></b>   | <b>0,2</b>                                     |            |     | <b>0,6</b>                                     |          |     | <b>1</b>                                       |            |     | <b>0,6</b>                                 |          |     | <b>1</b>  |            |     |
| <b>Metrica 3</b>         | 2 su 6 (50-25%)<br><b>RQE<sub>3</sub>= 0,4</b> |            |     | 4 su 6 (80-66%)<br><b>RQE<sub>3</sub>= 0,8</b> |          |     | 3 su 6 (50-25%)<br><b>RQE<sub>3</sub>= 0,4</b> |            |     | 6 su 6 (>80%)<br><b>RQE<sub>3</sub>= 1</b> |          |     | 9 su 12 (80-66%)<br><b>RQE<sub>3</sub>= 0,8</b> |            |     |
| <b>Metrica 4</b>         | Diminuz.41-60%<br><b>RQE<sub>4</sub>=0,6</b>   |            |     | Diminuz. 20-40%<br><b>RQE<sub>4</sub>=0,8</b>  |          |     | Diminuz. <20%<br><b>RQE<sub>4</sub>=1</b>      |            |     | Diminuz. <20%<br><b>RQE<sub>4</sub>=1</b>  |          |     | Diminuz. 20-40%<br><b>RQE<sub>4</sub>=0,8</b>   |            |     |
| <b>Metrica 5</b>         | 1 su 9 (<20%)<br><b>RQE<sub>5</sub>=1</b>      |            |     | 2 su 11 (20-40%)<br><b>RQE<sub>5</sub>=0,8</b> |          |     | 3 su 13 (20-40%)<br><b>RQE<sub>5</sub>=0,8</b> |            |     | 1 su 10 (<20%)<br><b>RQE<sub>5</sub>=1</b> |          |     | 2 su 15 (<20%)<br><b>RQE<sub>5</sub>=0,6</b>    |            |     |
| <b>RQE<sub>Tot</sub></b> | <b>0,56</b>                                    |            |     | <b>0,8</b>                                     |          |     | <b>0,8</b>                                     |            |     | <b>0,92</b>                                |          |     | <b>0,8</b>                                      |            |     |
|                          | <b>MODERATO</b>                                |            |     | <b>BUONO</b>                                   |          |     | <b>BUONO</b>                                   |            |     | <b>ELEVATO</b>                             |          |     | <b>BUONO</b>                                    |            |     |

# Quale evoluzione ?

- WISER Project FP7 (2009-2011)  
Water bodies In Europe: Integrative Systems to assess Ecological status and Recovery  
<http://www.wiser.eu/download/WISERflyer.pdf>
  - Cross GIG group
1. Sviluppo di metriche comuni
  2. Stima dell'incertezza
  3. Ottimizzazione dello sforzo di campionamento in relazione all'ambiente indagato
  4. Sperimentazione di tecniche complementari o sostitutive
  5. Ottimizzazione dell'analisi dei dati (Riduzione n.parametri)
  6. Valutazione dell'impatto dei cambiamenti climatici

# BIBLIOGRAFIA

- Adelman I.R. & Smith L.L., 1970** - Effect of hydrogen sulfide on northern pike eggs and sac fry. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 99: 501-509.
- Anderson R.O. & Neumann R.M., 1996** - Length, Weight, and Associated Structural indices. In: Murphy & Willis Eds. Fisheries techniques. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA. 447-482.
- APAT, 2007**. Metodi biologici per le acque, Parte I. [http://www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/metodi\\_bio\\_acque.html](http://www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/metodi_bio_acque.html)
- Appelberg, M., Berger, H.-M., Hesthagen, T., Kleiven, E., Kurkilahti, M., Raitaniemi, J. & Rask, M. 1995**. Development and intercalibration of methods in Nordic freshwater fish monitoring. *Water, Air and Soil Pollution* 85, 401-406.
- Casselman J.M., 1978** - Effects of environmental factors on growth, survival, activity and exploitation of northern pike. *Am. Fish. Soc. Spec. Publ.* 11: 114-128.
- Casselman J.M. & Lewis C.A., 1994** - Habitat requirements of northern Pike (*Esox lucius*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 161-174.
- Eckmann R., 1995** - Fish richness in lakes of the northeastern lowlands in Germany. *Ecol. Freshw. Fish*, 4: 62-69.
- Franklin D.R. & Smith L.L. Jr, 1963** - Early life history of the northern pike, *Esox lucius*, with special reference to the factors influencing the numerical strength of year classes. *Trans. Am. Fish. Soc.* 92:91-110.
- Froese R., Binohlan C., 2000**. Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *Journal of Fish Biology*, 56: 758-773.
- Gablehouse D.W. Jr., 1984**. A length categorization system to assess fish stocks. *N. American Journal of Fishery management*, 4:273-285.
- Gandolfi, G., Zerunian, S. Torricelli, P., Marconato, A. 1991**. I Pesci delle acque interne italiane. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.
- Gassner H. & Wanzenböck J. 1999** - Fischökologische Leitbilder Fünf ausgewählter Salzkammergutseen, (Ecological base line states for fish communities of five Austrian Lakes). *Limnologica*, 29: 436-448.
- Jackson D.A. & Harvey H.H., 1989** - Biogeographic association in fish assemblages: local vs regional processes. *Ecology*, 70: 1472-1484.
- Jeppesen E., Jensen J.P., Søndergaard M., Lauridsen T. & Landkildehus F., 2000** - Trophic structure, species richness and biodiversity in Danish lakes: changes along a phosphorus gradient. *Freshw. Biol.*, 45: 201-218.
- Marshall T.R. & Ryan P.A., 1987** - Abundance patterns and community attributes of fishes relative to environmental gradients. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 44: 198-215.
- Mehner T., Diekmann M., Bramick U. & Lemcke R., 2005** - Composition of fish communities in German lakes as related to lake morphology, trophic state, shore structure and human use intensity. *Freshw. Biol.*, 50: 70-85.
- Perrow M.R., Jowitt A.J.D. & Johnson S.R., 1996** - Factors affecting the habitat selection of tench in a shallow eutrophic lake. *J. Fish Biol.*, 48: 859-870.
- Persson L., 1997** - Competition, predation and environmental factors as structuring forces in freshwater fish communities: Sumari (1971) revisited. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 54: 85-88.
- Volta P. 2010**. Analisi della struttura di popolazione di coregone lavarello (*Coregonus lavaretus*) in tre laghi profondi italiani mediante indici stock density. *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Biol., Suppl.* (in stampa).
- Volta P. 2010**. Indice per l'analisi dello stato di qualità della fauna ittica finalizzato alla valutazione dello stato ecologico dei laghi italiani: Lake Fish Index (LFI). In: Indici per la valutazione della qualità ecologica nei laghi. Report CNR-ISE 02/2009. [http://www.iii.to.cnr.it/rap\\_I-CH/Report\\_CNR-ISE\\_02-2009.pdf](http://www.iii.to.cnr.it/rap_I-CH/Report_CNR-ISE_02-2009.pdf)
- Volta P. & A. Oggioni. 2010**. Specie ittiche chiave e tipo-specifiche nei laghi naturali dell'Ecoregione Alpina: approccio storico e proposta di metriche per l'analisi dello stato di qualità della fauna ittica ai sensi della Direttiva sulle Acque 2000/60/CE. *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Biol., Suppl.* (in stampa).
- Zick D., Gassner H., Rinnerthaler M., Jager P., Patzner R.A., 2006**. Application of population size structure indices to Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.) in Alpine lakes in Austria. *Ecology of Freshwater Fishes*, 16: 54-63

GRAZIE PER L'ATTENZIONE



## Lake Fish Index (LFI) è INDICE MULTIMETRICO

L' indice si basa su:

- Tipizzazione dei bacini lacustri mediante una ricostruzione storica della composizione in specie
- Definizione, per ogni tipo lacustre, di associazioni faunistiche-funzionali caratteristiche (specie chiave e tipo-specifiche) >>>  
COMUNITA' DI RIFERIMENTO
- Metodo di campionamento standardizzato (Conforme ISO/CEN)
- Metriche che considerano la composizione, le abbondanze e la struttura di età

# Tipizzazione

