

**LA VALUTAZIONE DELLA FAUNA ITTICA
NEI FIUMI E PROBLEMATICITA' RELATIVE
ALLA QUALITA' DEL DATO NEL METODO
ISECI**

Macchio - Rossi

Lo scopo generale nell'assolvimento dei compiti derivanti dalla WFD è quello di perseguire una **classificazione attendibile ed effettivamente funzionale** al miglioramento della qualità della risorsa **acqua**

il DM260/2010 stabilisce che:

il monitoraggio deve essere programmato al fine di fornire risultati con un **adeguato livello di precisione e di attendibilità**, e che **una stima di tale livello** deve essere indicata nel piano di monitoraggio stesso ponendo attenzione, tra l'altro, alla **frequenza di monitoraggio** dei parametri indicativi degli elementi di qualità.

NORME UNI EN 14996 (2006) "LINEE GUIDA PER ASSICURARE LA QUALITÀ DELLE VALUTAZIONI BIOLOGICHE ED ECOLOGICHE NELL'AMBIENTE ACQUATICO :

1. le valutazioni devono partire da una chiara definizione degli obiettivi qualitativi e **quantitativi**;
2. i metodi devono essere scelti in funzione degli obiettivi e tenendo conto della **potenza statistica**;
3. le analisi devono essere condotte nell'ambito di programmi che tengano conto della **variabilità temporale e spaziale**.
4. Il regime di campionamento deve prevedere il massimo sforzo per **minimizzare gli impatti della variazione spazio-temporale** sui risultati del campionamento.

ISECI è un “misurando” (sensu JCGM-GUM / “Evaluating standard uncertainty”) che non viene misurato direttamente ma è determinato da altre quantità.

Tali quantità sono esse stesse misurandi su ciascuno dei quali è necessario quantificare il **livello di incertezza**

Il monitoraggio dello stato ecologico dei fiumi tramite ISECI può essere ricondotto operativamente al monitoraggio delle singole metriche di input sulle quali ISECI si basa.

Sia che la valutazione dell'entità di una metrica sia fatta su base statistica o su giudizio esperto, i campioni sui quali si basano le valutazioni devono essere adeguatamente rappresentativi per consentire una sufficiente affidabilità delle valutazioni stesse.

La WFD (All.V) stabilisce che per l'Elemento Biologico Pesci per la classificazione dello stato ecologico dei fiumi siano rilevate **composizione**, **abbondanza** e **struttura** di età della fauna ittica, e che il relativo monitoraggio sia in grado di rilevare anche **lievi variazioni** nei suddetti parametri.

DM 260/2010 PREVEDE:

- Elenco delle specie
- numero di individui.
- Lunghezza e peso di ciascun individuo.

Il campionamento comporta **errori random** e sistematici che fanno deviare dalla realtà i risultati ottenuti.

La presenza di discordanze esprime il naturale effetto dell'impossibilità pratica di controllare alla perfezione tutte le infinite fonti di errore casuale.

Quello che è fondamentale è che le discordanze non siano così ampie da rendere la misura non significativa.

La **ripetibilità** è il grado di concordanza tra una serie di misure di uno stesso misurando.

La valutazione della ripetibilità è, dunque, fondamentale nella definizione della precisione della misura.

Anche nel caso di una popolazione biologica chiusa, le singole osservazioni/conteggi differiscono per variazioni casuali in grado di influenzare i risultati ("random effects").

La JCGM-GUM stabilisce che il numero di osservazioni deve essere ampio a sufficienza da assicurare che la media osservata sia in grado di fornire una stima affidabile dell'effettivo parametro della popolazione.

i confronti delle stime basate su uno sforzo di campionamento insufficiente possono essere fuorvianti, poiché le differenze nei parametri rilevati potrebbero non essere dovute ad effettive modificazioni di status ma piuttosto ad un errore metodologico (Angermeir e Smogor, 1995)

IN SINTESI

- Il monitoraggio dello stato ecologico dei fiumi tramite ISECI può essere ricondotto operativamente al **monitoraggio delle singole metriche** di input sulle quali ISECI si basa.
- Sia che la valutazione dell'entità di una metrica sia fatta su base statistica o su giudizio esperto, i **campioni sui quali si basano le valutazioni devono essere adeguatamente rappresentativi** per consentire una sufficiente affidabilità delle valutazioni stesse.

SFORZO DI CAMPIONAMENTO

La simulazione OTTIMISTICA che segue fornisce un'idea della **variabilità dei campioni che uno staff esperto può ottenere con una singola passata**, per il solo effetto del caso, su una stessa popolazione chiusa nelle identiche condizioni spazio-temporali

- N = numero noto di individui di una specifica classe di età effettivamente presenti (popolazione reale)
- rilevabilità costante ed elevata = 0.80
- $\lambda = N \times 0.80$ = popolazione campionabile.
- \overline{N} = numero medio di individui campionati
- Per ciascun N ipotizzato sono state calcolate le statistiche su una serie di 1000 repliche

STATISTICHE PER SINGOLO CAMPIONAMENTO "n" PER SIMULAZIONE CON 1000 CONTEGGI ESTRATTI A CASO CON DISTRIBUZIONE DI POISSON

N	λ	\bar{N}	DEV.ST.	CV%	n_{min}	n_{max}	PA_{<25%}	P\bar{A}_{<25%}
100	80	79.37	8.908984	11.22	50	100	0.322	0.019
75	60	60.24	7.761125	12.88	39	75	0.305	0.026
50	40	39.85	6.313002	15,84	21	50	0.425	0.066
30	24	23.47	4.844894	20,64	10	30	0.498	0.147
15	12	11.69	3.418918	29,25	3	15	0.450	0.226
10	8	7.49	2.736604	36,54	1	10	0.622	0.316
5	4	3.59	1.895785	52.75	0	5	0.650	0.435

$N_{juv} = 15 / N_{ad} = 15$ ➔ 50.00% / 50.00%

$n_{juv} = 3 / n_{ad} = 15$ ➔ 16.67% / 83.33%

STIMA NUMERO REPLICHE TEMPORALI

Krebs, 1999; Greenwood, 2006

PRECISIONE

La precisione può essere espressa come valore assoluto della differenza tra popolazione reale e popolazione stimata (d), valore approssimativamente equivalente alla metà della differenza tra limite fiduciale superiore (LF_{sup}) e limite inferiore (LF_{inf}):

$$d = | \text{pop.}_{\text{stimata}} - \text{pop.}_{\text{vera}} | \approx \frac{\Delta_{LF}}{2}$$

Precisione Relativa Percentuale $Q = \frac{100}{N} * \frac{\Delta_{LF}}{2} = 50 * \frac{\Delta_{LF}}{N}$

Q=25%

$m' = m_1 + k'$ (Krebs, 1999; Greenwood, 2006), dove:

m' = stima del numero di repliche corretta per le dimensioni del campione;

α = probabilità di errore ritenuta accettabile

$m_1 = \left(\frac{100CV * t_\alpha}{Q} \right)^2$, stima del numero di repliche non corretta per le dimensioni del campione;

m_0 = numero di sessioni preliminari di campionamento tramite il quale si calcola s (stima della deviazione standard);

t_α = valore t di Student per un livello di fiducia $(1-\alpha)$ a (m_0-1) gradi di libertà;

$CV = s/\bar{N}$, coefficiente di variabilità dei conteggi realizzati ,

k' = coefficiente di correzione per le dimensioni del campione:

$k' = 2$ per $m_1 < 25$; $k' = 1$ per $25 > m_1 < 50$; $k' = 0$ per $m_1 \geq 50$.

$GdiL = 2$		$\alpha=0.01$		$\alpha=0.05$		$\alpha=0.10$		$\alpha=0.20$	
N_{reale}	λ	m'_{min}	m'_{max}	m'_{min}	m'_{max}	m'_{min}	m'_{max}	m'_{min}	m'_{max}
5	4	363	525	68	98	32	46	15	20
10	8	183	236	35	45	17	14	8	10
15	12	124	147	25	28	12	8	6	7
30	24	61	71	13	15	7	5	4	4
50	40	11	43	3	10	2	4	2	3
75	60	7	26	3	6	2	3	2	2
100	80	6	20	2	5	2	2	2	2

$GdiL = 999$		$\alpha=0.01$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.10$	$\alpha=0.20$
N_{reale}	λ	m'	m'	m'	m'
5	4	17	11	8	5
10	8	11	7	5	4
15	12	8	5	4	3
30	24	5	4	3	3
50	40	4	3	3	2
75	60	3	2	2	2
100	80	3	2	2	2

MONITORAGGIO

Il monitoraggio implica un ripetuto accertamento dello stato di una qualche quantità, attributo o funzione all'interno di una definita area e nell'ambito di un determinato periodo.

Lo scopo del monitoraggio è quello di individuare modificazioni importanti nello status dell'elemento di interesse (Thompson W.L., White G.C & Gowan C., Accademic Press, 1998),

ovvero un **confronto tra lo status accertato in differenti istanti** separati da un intervallo di tempo.

OBIETTIVI MONITORAGGIO

- CALO / INCREMENTO SINGOLE POPOLAZIONI:
 - Confronto tra 2 annate:
 - Test statistici
 - Effect size
 - Trend serie temporale
- CALO/INCREMENTO COMPOSIZIONE-
RICCHEZZA SPECIE

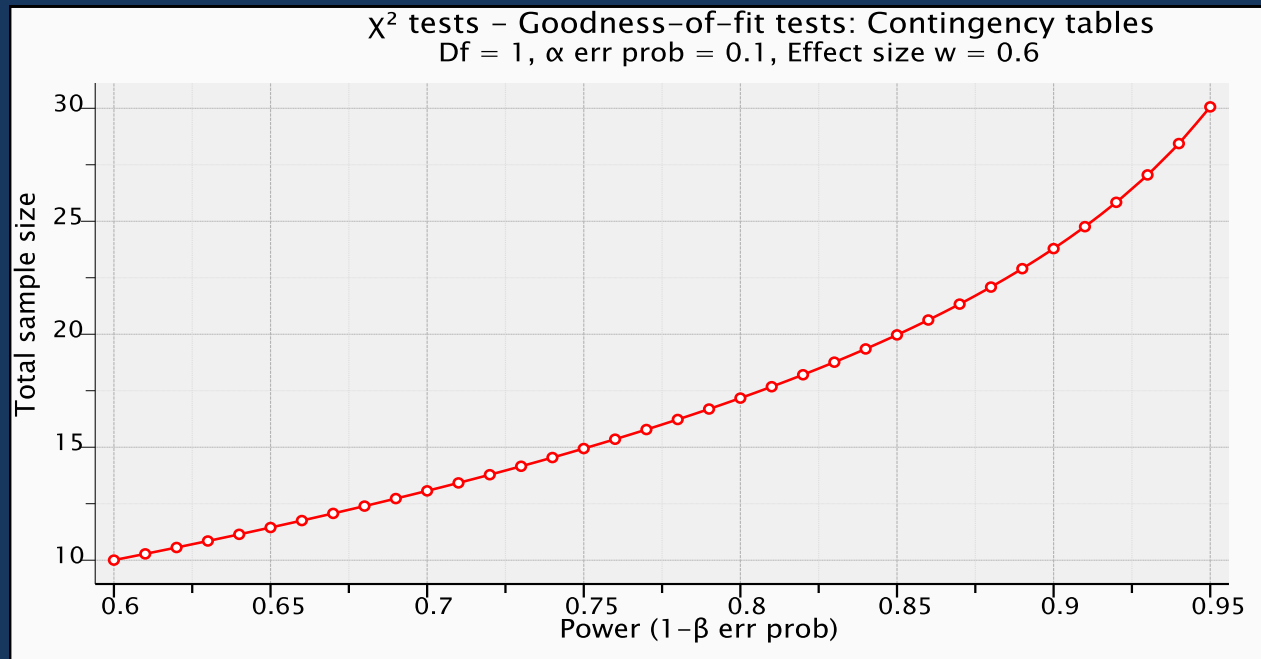
Test statistico

- La potenza di un test statistico è la probabilità che esso rigetti correttamente l'ipotesi nulla H_0 (ipotesi secondo la quale la differenza osservata sia dovuta esclusivamente al caso) essendo essa effettivamente falsa.
- Tramite «Power Analysis» è possibile stimare la **dimensione minima di un campione** necessaria affinché il **test che si intende utilizzare** possa essere in grado di cogliere, con un **desiderato livello di confidenza**, un'eventuale **differenza di entità minima desiderata**.

Test statistico

Il responso di un test statistico su di una differenza osservata **non può essere di alcuna utilità in caso di insufficiente potenza statistica**, poiché in questo caso il test non può essere in grado di discriminare tra ipotesi nulla (H_0) e ipotesi alternativa (H_1)

Test statistico



Per poter avere un responso statisticamente significativo devono essere contati nelle due campagne di monitoraggio complessivamente almeno 18 individui. La situazione limite che ancora fornisce un responso statisticamente significativo è data da $n(t) = 13$ e $n(t+1) = 5$, equivalente a un calo di -61.54%.

EFFECT SIZE

- La probabilità “p” derivante dai test riveste una grande importanza nell’interpretazione oggettiva dei fenomeni ma ha **esclusivamente un significato statistico**
- In funzione dell’entità e variabilità del campione, è possibile avere casi in cui a differenze molto piccole (ecologicamente trascurabili) sono associati alti livelli di significatività statistica ed altri in cui a differenze molto grandi non sia associata significatività statistica

EFFECT SIZE

- La significatività statistica di un test non è sufficiente per decretare l'importanza biologica di una differenza e deve sempre essere accompagnata da una misura di tale differenza.
- L'Effect Size (Standardized Mean Difference Effect Size o "ES") è una statistica descrittiva che esprime l'entità di relazioni e differenze in modo standardizzato

EFFECT SIZE

il “ d ” di Cohen (Cohen, 1988) è una misura di ES mirata alla differenza tra medie campionarie che vengono standardizzate per la deviazione standard campionaria:

$$d = (\overline{x_1} - \overline{x_2})/s$$

$d < 0.3$ ES piccolo,

$d \approx 0.6$ (03-08) ES medio,

$d > 0.8$ ES grande.

EFFECT SIZE

- Come tutte le statistiche campionario ES è caratterizzato da un certo livello di variabilità causata da errore campionario.
- Per ottenere stime più accurate del reale ES si deve procedere aumentando il numero di repliche del campionamento.

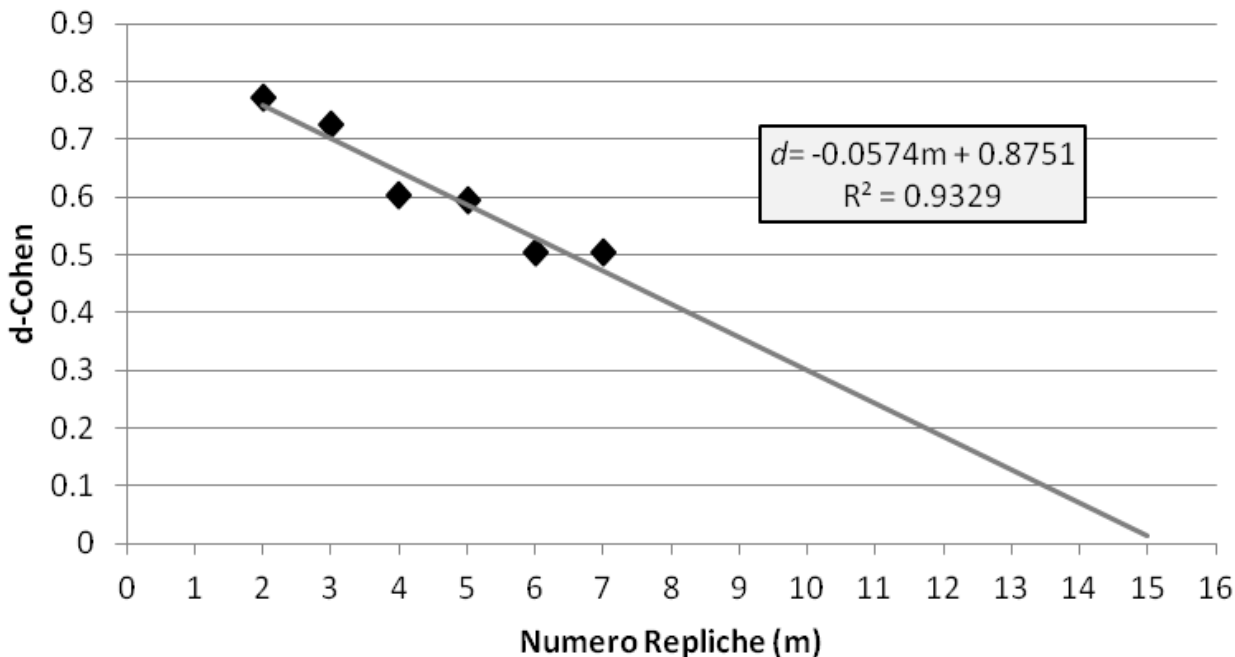
SIMULAZIONE

- 100 stazioni di campionamento
- popolazione chiusa di $N=10$ individui rimasta inalterata nelle 2 campagne di monitoraggio ($d_{\text{reale}} = 0$)
- probabilità di cattura $p = 0.80$
- distribuzione di Poisson con $\lambda = 8$ (Nxp),
- numero crescente di repliche utilizzando due serie di dati casualmente estratti, ciascuna in rappresentanza di una campagna di monitoraggio

Repliche (m)	Cohen's <i>d</i>	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT
2	0.771	0.669	0.872
3	0.725	0.630	0.815
4	0.603	0.531	0.672
5	0.594	0.517	0.670
6	0.503	0.434	0.572

è stato ritenuto accettabile un numero di repliche sufficiente far scendere il **limite superiore di confidenza** del *d*-Cohen al di sotto di ***d*=0.6** (valore al di sopra del quale *d* può essere considerato di media/elevata entità).

Differenza Medie delle stime di Abbondanza (N=10)
per Variabilità Casuale da campionamento



TREND DI POPOLAZIONE

- La stima dei trend temporali nell'andamento dello status di parametri biologici è un obiettivo comune in campo ecologico (Marsh and Trenham 2008, Nichols and Williams 2006).
 - La probabilità che un programma di monitoraggio sia in grado di individuare, in un intervallo di tempo ritenuto accettabile, un trend di adeguata entità dai dati campionati, costituisce il parametro sulla base del quale valutare la validità del Programma stesso

Peterman 1990, Ham & Pearsons 2000

*Frequentemente i piani per il monitoraggio delle popolazioni ittiche sono disegnati con **insufficiente potenza statistica** ed è spesso difficile individuare cambiamenti dell'abbondanza delle popolazioni quando tale cambiamento è inferiore al 20% in 5 anni (per via dell'elevata variabilità inter-annuale che può caratterizzare le diverse popolazioni)*

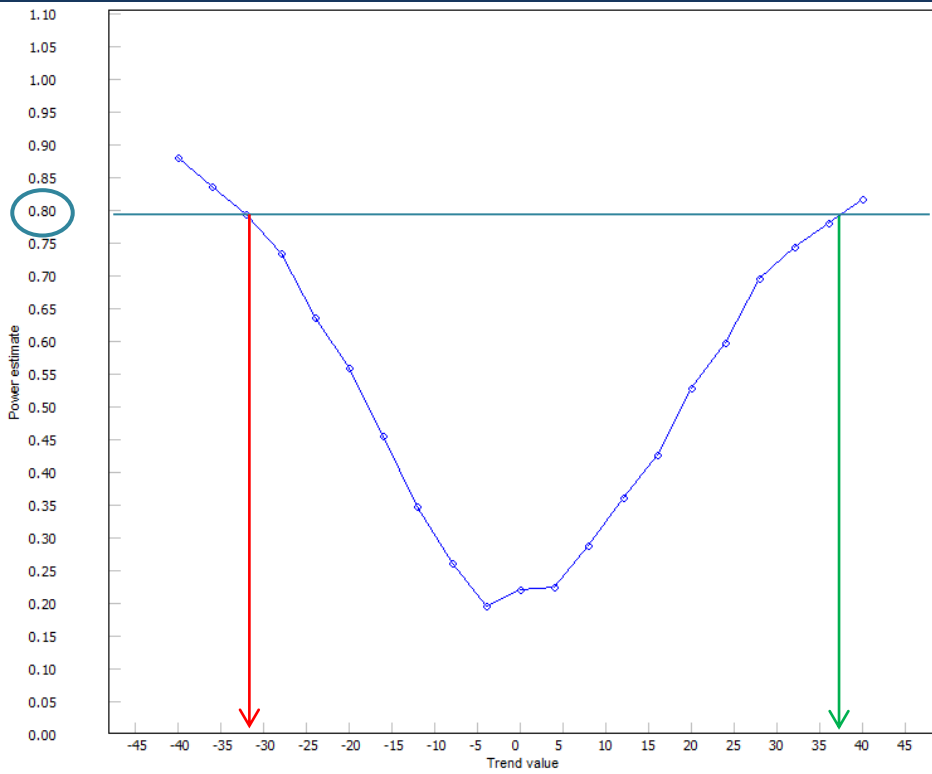
TREND DI POPOLAZIONE

- a) arco temporale = 5 campagne di monitoraggio;
- b) disegno a Regressione Semplice
- c) Coefficiente di Variazione costante nel tempo
- d) Test ad 1 coda con $\alpha=0.1$ e $(1-\beta) = 0.8$

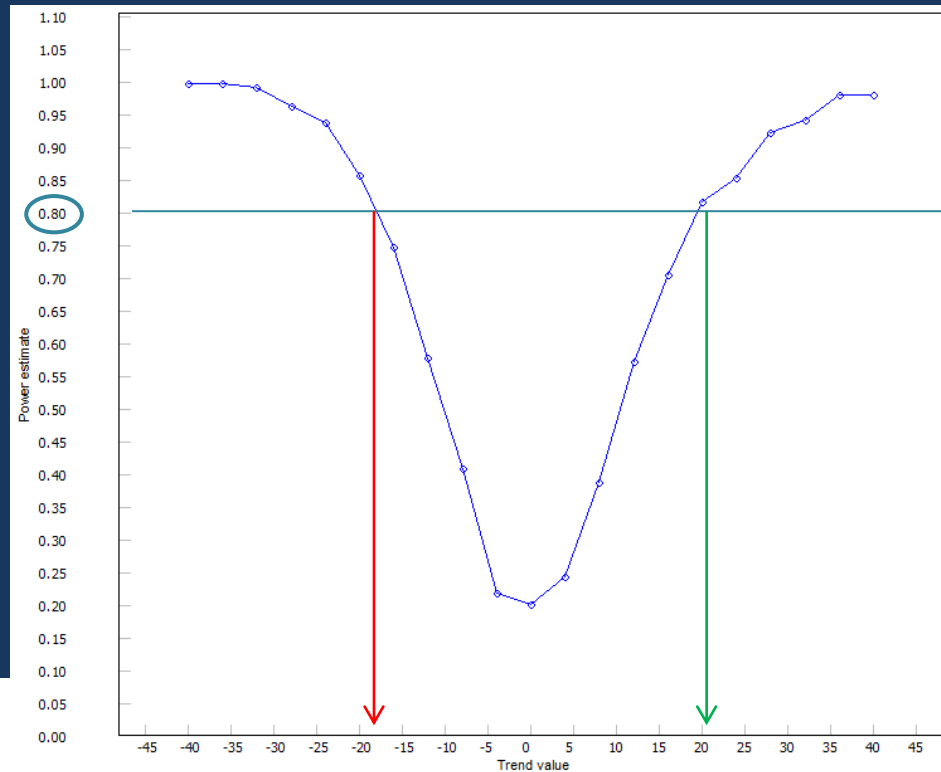
REPLICHE PER CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	VALORI SOGLIA TREND NEGATIVO		VALORI SOGLIA TREND POSITIVO	
	TREND%	CALO % della popolazione	TREND%	AUMENTO % della popolazione
2	-30	-75	+35	+235
3	-25	-65	+30	+185
4	-20	-60	+25	+145
5	-18	-51	+22	+122
6	-16	-50	+20	+110
7	-15	-48	+18	+95

TREND DI POPOLAZIONE

2 repliche



7 repliche



L'entità di una popolazione può essere fornita come :

- “popolazione assoluta” (il numero totale degli individui di un territorio in un determinato momento);
- “abbondanza assoluta” (la stima del numero totale degli individui di un territorio in un determinato momento, ovvero stima della popolazione assoluta);
- “abbondanza relativa” (equivalente a un indice calcolato su dati oggettivi, come il numero di individui contati per unità di sforzo).

Allo stato attuale ISECI non fa distinzione, nell'ambito di ciascun subindice previsto, tra specie/taglie a differente "contattabilità" =>

l'assenza nel campione di una specie comune e/o facilmente contattabile pesa nel punteggio finale come l'assenza di una specie rara e/o difficilmente contattabile (per la quale la probabilità di falsi negativi può essere sensibilmente superiore).

Esiste una grande varietà di metodi CMR, tra questi rientra anche il gruppo dei “removal methods”, caratterizzati dal fatto che gli animali catturati non vengono marcati e re-immessi nella popolazione ma vengono trattenuti. Procedendo per cospicue rimozioni successive in una popolazione chiusa si assiste ad un progressivo calo della probabilità di catturare nuovi individui, la dinamica di tale calo può essere utilizzata per stimare l’abbondanza assoluta della popolazione considerata

L’approccio removal, o campionamento per esaurimento è un approccio auto-calibrante, in quanto i subcampioni derivanti dai passaggi successivi possono essere utilizzati per calcolare la probabilità di cattura per specie e taglie, consentendo così di stimare la quota dei falsi negativi (Scottish Fisheries Co-ordination Centre , 2007).

Poiché i limiti fiduciali sono talvolta distribuiti asimmetricamente attorno alla stima della popolazione, si può utilizzare come misura della precisione la Precisione Relativa

$$\text{Percentuale } Q = \frac{100}{N} * \frac{\Delta_{LF}}{2} = 50 * \frac{\Delta_{LF}}{N}$$

La stima dell'abbondanza di una popolazione comporta la formalizzazione dell'intervallo entro il quale cade il vero valore dell'abbondanza stessa.

Krebs (1999), adotta il termine "accuracy" per indicare tale intervallo espresso in percentuale:

$$A = \pm 100 * \left(\frac{Pop_{stimata} - Pop_{vera}}{Pop_{vera}} \right).$$

Robson e Regier (1964) suggeriscono differenti soglie di accettabilità per A in funzione del tipo di indagine condotta:

±50% per le survey preliminari;

±25% per il monitoraggio a fini gestionali;

±10% per le ricerche scientifiche.

E' possibile convertire i criteri di ISECI in altrettante ipotesi nulle (H_0), da verificare con opportuni test statistici o tramite giudizio esperto:

ISECI₂ / STRUTTURA INDICE E DATI

- PRESENZA SPECIE INDIGENE [peso = 0.3]
- ABBONDANZA E STRUTTURA DELLE POPOLAZIONI AUTOCTONE [peso = 0.3]
- PRESENZA IBRIDI [peso = 0.1]
- PRESENZA E STRUTTURA SPECIE ALLOCTONE ALTAMENTE NOCIVE
- PRESENZA E PROPORZIONE ABBONDANZA SPECIE ALLOCTONE A MEDIA E MODERATA NOCIVITÀ RISPETTO ALLE SPECIE AUTOCTONE [peso = 0.2]
- PRESENZA SPECIE ENDEMICHE [peso = 0.1]

1. sono presenti tutte le specie indigene di maggiore importanza ecologico-funzionale attese ($X_1 =$ presenza/assenza);
2. sono presenti tutte le altre specie indigene attese ($X_2 =$ presenza/assenza);
3. sono assenti ibridi ($X_3 =$ presenza/assenza);
4. sono assenti alloctoni ($X_4 =$ presenza/assenza):
 - ad elevata nocività,
 - a nocività intermedia,
 - a moderata nocività;

5. sono presenti tutte le specie endemiche attese (X_5 = presenza/assenza);
6. il rapporto tra classi di età è quello di una popolazione ben strutturata (X_6 = frequenza):
 - specie indigene a maggiore importanza ecologico-funzionale attese,
 - altre specie indigene non endemiche attese,
 - specie endemiche attese;

7. il rapporto tra classi di età per le specie aliene a maggiore nocività osservate non è quello di una popolazione ben strutturata (X_7 = frequenza);
8. La densità delle specie aliene non supera il 50% della densità delle specie indigene (X_8 = frequenza):
 - Per le aliene a nocività intermedia,
 - Per le aliene a nocività moderata.

Ai fini della stima dello sforzo di campionamento minimo necessario per ottenere risultati con un adeguato livello di affidabilità, è possibile concentrarsi su una sola ipotesi nulla, quella più restrittiva (soddisfatta la quale si è ragionevolmente sicuri di aver campionato a sufficienza anche per le altre)...

ovvero: individuare ed ottenere una quantificazione adeguatamente precisa della “pseudo-specie” più difficilmente contattabile (dato il protocollo adottato), ossia della classe di taglia (\approx classe d'età) della specie attesa più rara e/o difficilmente contattabile.