

# Resoconto sul Corso di Formazione "Metazoi delle acque sorgive e sotterranee. Biologia, campionamento e riconoscimento, aspetti ambientali ed applicativi"

Genova, 18-22 settembre 2000

Daniela Rocca<sup>1\*</sup>, Marco Bodon<sup>1</sup>, Silvio Gaiter<sup>1</sup>, Elena Casarino<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure, Dipartimento di Genova, Via Gropallo 5 - 16121 Genova

<sup>2</sup> Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure, Direzione Scientifica, Piazza della Vittoria 5/C - 16121 Genova

\* Autore referente per la corrispondenza (danyluca94@libero.it)

## INTRODUZIONE

L'entrata in vigore del decreto legislativo n. 152/99 ha costituito un'importante innovazione della normativa nel campo delle risorse idriche, per il peso dato al parametro "biologico-biocenotico" nella determinazione della qualità ambientale dei corpi idrici superficiali. Sulle acque sorgive e sotterranee il testo unico non prende espressamente in considerazione l'aspetto ecologico fra i criteri di valutazione ambientale; tuttavia, nell'allegato 3 del suddetto decreto è accennato, per la prima volta: "Dovranno inoltre essere valutate, se esistenti, le indagini relative alle biocenosi degli ambienti sotterranei".

Anche se la valutazione qualitativa delle acque sotterranee e la determinazione dello stato ambientale si basano solo sui parametri abiotici o microbiologici, la considerazione dell'esistenza della componente vivente è da ritenere, da un punto di vista concettuale, un importante punto di partenza e una spinta per approfondire le conoscenze biologiche e gli aspetti che regolano il complesso ecosistema delle acque sotterranee. La finalità

principale del corso –tenutosi a Genova dal 18 al 22 settembre 2000– è stata quella di diffondere le conoscenze acquisite fino ad oggi su queste biocenosi, proponendo alcune tecniche investigative messe a punto tra gli operatori del settore e cercando di fornire alcune basi e spunti di lavoro per futuri studi applicativi.

## PRESUPPOSTI PER LA REALIZZAZIONE DEL CORSO

Dalla fine degli anni '80 a Genova sono state intraprese indagini e studi sul mondo biologico sotterraneo e sorgivo, svolti prima nell'ambito del Presidio Multizonale di Prevenzione (PMP), poi come Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure (ARPAL), anche in collaborazione con l'Istituto di Zoologia dell'Università di Genova (attualmente Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse: DIP.TE.RIS.). Le esperienze maturate da questo gruppo di lavoro, prevalentemente orientate alla conoscenza delle biocenosi e alla lettura degli aspetti di alterazione ambientale e di rischio igienico delle acque, hanno portato

alla collaborazione a diverse iniziative di studio promosse dall'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA) e dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS).

Proprio nell'ambito di un Programma triennale ISS "Le Acque di falda: nuovi indicatori di qualità e di rischio ambientale", è nata l'esigenza di promuovere questa esperienza in altre realtà italiane e quindi la necessità di estendere le conoscenze generali e metodologiche ad altri operatori. Nel 1999 l'ISS propose ad ARPAL l'organizzazione di un corso di formazione teorico-pratico relativo allo studio della fauna stigo-crenobionte; la finalità era quella di colmare le lacune tecnico-scientifiche e metodologiche, mettendo a disposizione l'esperienza maturata in questo settore e, al contempo, promuovere la conoscenza del mondo vivente sotterraneo e le molteplici informazioni di carattere ecologico e igienico che possono essere tratte.

La Direzione ARPAL ha aderito al progetto anche grazie all'intervento di ANPA (che ha provveduto a sostenere la copertura finanziaria necessaria alla realizza-

zione del corso) e alla fattiva collaborazione di DIP.TE.RIS., che si è occupato, grazie a proprie specifiche competenze, dell'organizzazione della parte dedicata agli approfondimenti tassonomici. Gli esperti intervenuti hanno collaborato alla redazione di dispense sui gruppi di metazoi considerati. L'Ufficio Comunicazione, Informazione, Educazione della Direzione Generale si è occupato delle molteplici problematiche relative all'organizzazione generale. La strutturazione e l'organizzazione tecnica del corso sono state demandate allo staff scientifico, composto quasi esclusivamente da personale strutturato o comunque operante in ARPAL, in quanto coincidente con il gruppo di lavoro (Tab. I).

### CONTENUTI SCIENTIFICI

L'argomento principale del corso ha riguardato le comunità biologiche che popolano i diversi ambienti di acque sotterranee (falde alluvionali, carsiche e fessurate), ampliando la trattazione anche alle situazioni ambientali di passaggio o connessione tra i sistemi ipogeo ed epigeo, più propriamente definiti ambienti ecotonali (vedi Tab. II). In quest'ultima tipologia rientrano le sorgenti, i fontanili e gli ambienti iporreici. È stata inoltre affrontata la tematica relativa

ai siti di potenziale colonizzazione presenti in sistemi artificiali che attingono da acque sotterranee o sorgive (captazioni per acquedotti, manufatti lungo la rete idrica, etc.).

Per ogni tipo di habitat sono state prese in esame le classificazioni ecologiche degli organismi appartenenti al micro- meio- macro-

benthos e quindi la tipologia della biocenosi, le caratteristiche degli organismi (morfo-fisiologiche) e quelle del popolamento presente nel biotopo (catene trofiche, correlazioni, etc.), con particolare attenzione alla biodiversità e alle variazioni dovute a fattori fisico-chimici e antropici. Si è trattato, inoltre, della

**Tab. I.** Elenco degli esperti intervenuti al corso.

#### DOCENTI DELL'UNIVERSITÀ DI GENOVA ED ESPERTI TASSONOMI

- **DIP.TE.RIS.** (Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse dell'Università di Genova)
  - Prof. Attilio Arillo
  - Prof. Andrea Balduzzi
  - Dott. Mario Mori
  - Dott. Sebastiano Salvidio
  - Prof. Silvio Spanò
- **Esperti tassonomi - gruppi trattati**
  - Dott. Marco Bodon (ARPAL di Genova) - Molluschi
  - Dott. Antonio Di Sabatino (Università de L'Aquila) - Acari
  - Dott. Uberto Ferrarese (Museo St. Nat. Verona) - Chironomidi
  - Prof.ssa Diana Galassi (Università de L'Aquila) - Copepodi
  - Dott.ssa Beatrice Sambugar (Museo St. Nat. Verona) - Oligocheti
  - Dott. Fabio Stoch (Museo St. Nat. Verona) - Isopodi e Anfipodi
  - Prof. Aldo Zullini (Università di Milano Bicocca) - Nematodi

#### STAFF TECNICO-SCIENTIFICO ED ESPERTI INTERVENUTI

- **Staff tecnico-scientifico**
  - Dott. Marco Bodon (Dip. Genova ARPAL)
  - Dott. Silvio Gaiter (Dip. Genova ARPAL)
  - Dott.ssa Mirvana Feletti (collaboratrice borsista ARPAL)
  - Dott.ssa Laura Volterra (Lab. di Microbiologia Ambientale ISS)
  - Dott.ssa Daniela Rocca (Tirocinante ARPAL)
  - Dott.ssa Elena Casarino (Consulente ARPAL)
- **Altri esperti**
  - Dott. Fabio Decet (ARPA Veneto) per Idrochimica
  - Dott.ssa Nicoletta Dotti (Direzione Scientifica ARPAL) per Idrogeologia

**Tab. II.** Alcuni esempi di ambienti sotterranei o di connessione con le acque superficiali e relativa caratterizzazione fisica ed ecologica.

Siti di indagine	Caratterizzazione fisica (acquifero)	Caratterizzazione ecologica
Scorrimento in cavità carsica	Falda carsica	Ambiente stigale
Scorrimento in cavità artificiale	"Carsico"	Ambiente stigale
Pozzo in falda fessurata	Falda in roccia fessurata	Ambiente stigale
Pozzo in piana alluvionale	Falda freatica (interstiziale)	Ambiente freatico
Pozzo profondo in piana alluvionale	Falda artesiania (interstiziale)	Ambiente freatico profondo
Materasso alluvionale del corso d'acqua	Falda freatica (interstiziale)	Ecotono: ambiente iporreico
Sorgente in roccia fessurata	Falda in roccia fessurata	Ecotono: (ambiente stigale)-crenal
Sorgente carsica	Falda carsica	Ecotono: (ambiente stigale)-crenal
Sorgente captata in roccia fessurata	Falda in roccia fessurata	Ecotono: ambiente stigale-(crenal)
Sorgente in piana alluvionale (fontanile)	Falda freatica (interstiziale)	Ecotono: ambiente freatico-crenal
Vasche lungo la rete idrica	"Carsico"	Varia in dipendenza dell'origine delle acque

geonomia e origine della fauna stigobionte, distribuzione attuale ed evoluzione, biogeografia ed endemismi.

Alla parte di sistematica generale è seguita una trattazione più approfondita sui gruppi di metazoi bentonici che costituiscono la quasi totalità dei taxa presenti negli ambienti, in particolare sono stati considerati: Oligocheti, Molluschi, Copepodi, Anfipodi e Isopodi.

Il primo obiettivo concreto era quindi quello di consentire ai corsisti di essere in grado di compilare

correttamente la lista faunistica e di fornire la caratterizzazione, dal punto di vista sia fisico che biologico, del sito in esame.

Gli organismi viventi costituiscono gli indicatori più validi dello stato di salute di un ambiente, perché sono in grado di interagire con gli stimoli provenienti dalla componente biotica e abiotica. Anche negli habitat sotterranei, infatti, la biocenosi instaurata è la risultante dell'interazione tra fattori tipici del sito di colonizzazione, e caratteriz-

za il singolo biotopo e le sue evoluzioni temporali. L'esame attento della tanatocenosi, ricavabile dalla componente organica del sedimento, può fornire utili elementi per completare e approfondire il quadro conoscitivo della risorsa idrica.

La limitata conoscenza e l'eterogeneità di questi ambienti e delle comunità ivi presenti non ha ancora portato alla stesura di un vero e proprio manuale di applicazione; non sono state ancora messe a punto, infatti, metodiche di indagine sufficientemente sperimentate da

**Tab. III.** Elenco degli indicatori e degli indici biologici basati sulla composizione tassonomica del popolamento di invertebrati e loro tipologia: aspecifico (indice di diversità o indice comparativo) o specifico (come l'indice saprobico o biotico).

<b>Tipo di indice / indicatore</b>	<b>Sull'intera comunità / su singoli gruppi</b>	<b>Indice / Indicatore</b>
Aspecifico Indice di diversità	Sull'intera comunità o su singoli gruppi	Indici di diversità
Aspecifico Indice di diversità	Sull'intera comunità o su singoli gruppi	Indice di equitabilità
Specifico Indice saprobico	Su singoli gruppi	Rapporto tra Secernentea sul totale della nematofauna
Specifico Indice saprobico	Su singoli gruppi	Rapporto tra specie di Copepodi stigobi e stigofili o stigosseni
Specifico Indice saprobico	Sull'intera comunità	Indice freatobiologico di qualità delle acque sotterranee (IPB)
Specifico	Sull'intera comunità	Struttura della biocenosi in relazione all'inquinamento per acque di falda interstiziale
Specifico	Sull'intera comunità	Struttura della biocenosi in relazione all'inquinamento per acque di falda alluvionale
Specifico	Sull'intera comunità	Struttura della biocenosi in relazione all'inquinamento per acque di falda carsica
Specifico	Sull'intera comunità	Struttura della biocenosi in relazione all'inquinamento per acque sorgive
Specifico	Sull'intera comunità	Valutazione delle variazioni ambientali su lunghi periodi nelle sorgenti, basata sull'accumulo di resti animali e vegetali nei sedimenti
Specifico	Sull'intera comunità	Struttura della biocenosi come descrittore idrologico per acque di falda interstiziale
Specifico	Sull'intera comunità	Struttura della biocenosi come descrittore idrologico per acque di falda carsica
Specifico	Sull'intera comunità	Struttura della biocenosi e della tanatocenosi come descrittore idrologico per acque sorgive
Specifico	Sull'intera comunità	Struttura della biocenosi e della tanatocenosi come descrittore del grado di isolamento per captazioni di acque sorgive

poter essere standardizzate. A differenza delle acque superficiali, nelle acque sotterranee e sorgive mancano consolidate possibilità applicative finalizzate all'elaborazione di un vero e proprio indice biologico, basato sulla diversa valenza ecologica degli organismi stigo- e crenobionti. Sulla base delle attuali conoscenze tassonomiche è impensabile poter standardizzare un indice valido per tutto il territorio italiano, spesso improponibile anche per territori limitrofi. Se la creazione di un indice resta uno dei principali obiettivi di ricerca sulle comunità bentoniche di acque sorgive e sotterranee, a tutt'oggi lo sforzo per ottenere tale risultato appare estremamente ambizioso.

Attraverso lo studio della bio-

cenosi e della sua tanatocenosi, valutando le caratteristiche ecologiche dei taxa, si ha la possibilità di trarre diverse indicazioni che permettono di formulare ipotesi sull'idrogeologia (origine dell'acquifero alimentante), grado di vulnerabilità del sito d'indagine (in particolare per risorse captate) e grado di inquinamento o alterazione delle acque (vedi Tab. III). A titolo di esempio, fra i vari indicatori/descrittori, si riporta la tabella riguardante il descrittore idrologico (Tab. IV).

#### ASPETTI DIDATTICO-ORGANIZZATIVI

La partecipazione è stata rivolta principalmente a laureati in Scienze Biologiche e Naturali delle

ARPA italiane ed estesa altresì ad operatori di altri enti pubblici (Dipartimenti di Prevenzione delle ASL e PMP ove non ancora costituite le ARPA), di aziende private e a liberi professionisti, proprio per l'ampio interesse applicativo di questo corso. Per motivi legati in buona parte alle possibilità operative della didattica sul campo, il numero di partecipanti è stato limitato ad un massimo di una ventina.

Non essendo stato stabilito per l'iscrizione alcun requisito relativo alle conoscenze della materia, il livello dei partecipanti è risultato piuttosto eterogeneo e ciò ha comportato difficoltà ad alcuni corsisti (completamente digiuni in materia) e, conseguentemente, ai relatori e allo staff scientifico. Solo alcuni

Tab. IV. Esempio di indicatore biologico come descrittore idrologico per acque sorgive e cenosi corrispondente.

STRUTTURA DELLA BIOCENOSI E DELLA TANATOCENOSI COME DESCRITTORE IDROLOGICO PER ACQUE SORGIVE	
Descrizione dell'indicatore	Analisi della struttura della comunità bentonica e della tanatocenosi dell'ambiente di sorgente
Metodi di misura	Riconoscimento a livello di taxa (specie o genere). Per il giudizio vedi la seconda parte della tabella
Scopo dell'indicatore	Valutazione della provenienza dell'acqua sorgiva in relazione agli apporti idrici (dalla falda o dalle acque superficiali)
Unità di misura	Analisi qualitativa della composizione della biocenosi
Limite dell'indicatore	Valutazione qualitativa
Comparto ambientale	Acque sorgive
Copertura geografica dei dati	Liguria
Periodo di riferimento dei dati	1988-2000
Documenti di riferimento	Bodon & Gaiter, 1989, 1995
BIOCENOSI E TANATOCENOSI DI RIFERIMENTO	
Sorgente alimentata solo acque sotterranee	<b>Biocenosi:</b> presenza di organismi crenobionti o stigobionti ( <i>Bythinella</i> , Hydrobiidae, da <i>Niphargus</i> , <i>Proasellus</i> ). <b>Tanatocenosi:</b> presenza di nicchi di molluschi Hydrobiidae stigobionti.
Sorgente alimentata sia da acque sotterranee che da acque superficiali	<b>Biocenosi:</b> presenza di organismi crenobionti o stigobionti (Hydrobiidae: <i>Avenionia</i> , <i>Bythinella</i> ; Crostacei: <i>Niphargus</i> , <i>Proasellus</i> ) e presenza di organismi di acque superficiali ( <i>Leuctra</i> , Dytiscidae, Philopotamidae, Chironomidae, Ceratopogonidae). <b>Tanatocenosi:</b> abbondante detrito vegetale, soprattutto di foglie.
Sorgente alimentata solo da acque superficiali	<b>Biocenosi:</b> assenza di organismi stigobionti o tipici crenobionti; presenza quasi esclusiva di larve di insetti. <b>Tanatocenosi:</b> assenza di nicchi di molluschi Hydrobiidae crenobionti o stigobionti.

partecipanti avevano avuto, in precedenza, esperienze connesse con le problematiche dell'analisi delle comunità biotiche e della sistematica del benthos di acque sotterranee. Per questo motivo si è ritenuto utile distribuire una cospicua quantità di materiale didattico (Tab. V) comprendente una guida tassonomica di facile lettura per il riconoscimento e la classificazione degli organismi, una serie di dispense specifiche per i principali gruppi sistematici oggetto di approfondimento, e altra documentazione sui diversi argomenti trattati.

Il corso è stato impostato trattando soprattutto gli argomenti ine-

renti la biologia e l'ecologia delle acque ipogee, avendo cura di delineare in parallelo i diversi ambienti fisici oggetto d'indagine. Fra le molteplici metodiche per la raccolta della biocenosi e della sua tanatocenosi, sono state scelte e proposte quelle ritenute maggiormente applicabili nei tre diversi siti di campionamento: una sorgente, un pozzo che attinge da falda freatica e un ambiente iporreico (connessione fra un corso d'acqua superficiale e la falda sotterranea). Ad ogni campionamento e fase analitica di campo sono seguiti il trattamento del campione e l'analisi di laboratorio.

## PROGRAMMA E STRUTTURAZIONE DEL CORSO

Per poter sviluppare tutti gli argomenti e i momenti di lavoro durante cinque giornate, le diverse parti sono state così strutturate: parte teorica, parte pratica con fase *in situ* (raccolta dati di campo e campionamento), parte pratica in laboratorio (separazione e classificazione), parte concernente gli approfondimenti tassonomici e parte conclusiva (analisi dei risultati, applicazioni, prospettive; Tab. VI). Le cinque fasi sono dettagliate di seguito.

- Parte teorica, propedeutica e di inquadramento della materia in cui sono stati affrontati alcuni argomenti generali riguardanti i possibili siti investigabili e le interconnessioni con gli altri ecosistemi e sistemi artificiali (ambienti fisici e caratterizzazioni biologiche relative); elementi fisici di idrogeologia delle acque sotterranee; elementi di idrogeochimica per la valutazione delle acque; microbiologia (batteriologia ambientale con particolare risvolto all'importanza igienico-sanitaria dei metazoi di questi ambienti); ecologia e biologia della fauna bentonica. Sono state introdotte le metodiche di campionamento, di conservazione e di studio del materiale; l'analisi della componente organica, vegetale ed animale, del sedimento (tanatocenosi) e, infine, è stata trattata la parte sistematica dei principali gruppi di metazoi stigo- e crenobionti.

- Parte pratica di indagine ambientale *in situ*: sono stati esaminati tre differenti habitat. Durante l'indagine sono state rilevate le caratteristiche ambientali del sito in esame, i parametri di campo e quelli fisico-chimici. Si è proceduto con l'applicazione della metodica di campionamento specifica per ciascun sito: retino immanicato per la sorgente; sonda collegata a pompa

Tab. V. Materiale didattico distribuito durante il corso.

Guide	Autore
Guida al riconoscimento degli organismi rinvenibili nelle acque sorgive e sotterranee	M. Feletti
<b>Dispense</b>	
Inquadramento ecologico e finalità del corso	A. Balduzzi
Legislazione ed altri contributi normativi d'indirizzo	
Inquadramento dei siti (ambienti) investigabili e interconnessioni con gli altri ecosistemi e sistemi artificiali	S. Gaiter
Applicazioni dell'idrogeochimica nelle valutazioni della qualità delle acque sotterranee: limiti, successi e frontiere	F. Decet
Elementi biologici ed ecologici (con particolare risvolto alla fauna micro- meio- e macrobentonica)	M. Bodon
Analisi della componente organica del sedimento (tanatocenosi)	
Metodiche di campionamento, conservazione e studio del materiale	
Modulistica: significato delle voci e compilazione delle schede Sorg, Poz, Ipor e Biol	S. Gaiter
Criteri di valutazione sull'origine, grado di protezione e qualità delle acque (autoecologia ed analisi della comunità)	M. Bodon
Indici e Indicatori	M. Bodon, S. Gaiter, A. Risso
<b>Altra documentazione</b>	
I Molluschi	M. Bodon
Copepodi sotterranei: pattern di diversità su scala ecologica ed evolutiva	D. Galassi
Classe: Malacostraca - Isopodi, Anfipodi e ordini minori con rappresentanti stigobi	F. Stoch
Gli Oligocheti acquatici italiani	B. Sambugar
Nematodi delle acque sorgive e sotterranee	A. Zullini
I Chironomidi delle sorgenti fredde europee	U. Ferrarese
The biology and ecology of lotic water mites (Hydrachnidia)	A. Di Sabatino, R. Gerecke, P. Martini (trad. M. Feletti)

a vuoto per il pozzo; pompa Norton e metodo Karaman-Chappuis per l'ambiente iporreico. La filtrazione dei campioni è stata effettuata con retini a maglie di 500 µm e 100 µm. I dati sono stati registrati in appositi moduli (Sorg, Poz, Ipor e Biol).

- Parte teorico-pratica di laboratorio: dapprima è stato fornito un quadro sistematico di riferimento: interpretazione e lettura delle chiavi tassonomiche per la definizione del gruppo di appartenenza con riscontro diretto al microscopio, grazie all'esame di alcuni preparati di laboratorio. Si è proceduto con il trattamento dei campioni raccolti sul campo: setacciatura, lavaggio e separazione delle frazioni, misurazione volumetrica, separazione degli organismi e delle altre componenti del sedimento. Suc-

cessivamente, con l'ausilio dello stereomicroscopio, i taxa sono stati classificati fino al livello tassonomico previsto in questa sede, è stata altresì determinata e valutata la componente organica del sedimento.

- Parte di approfondimenti: è stato dedicato ampio spazio agli approfondimenti tassonomici dei principali taxa di metazoi di acque sorgive e sotterranee; gli esperti hanno fornito, per ciascun gruppo sistematico, brevi note sulle caratteristiche morfologiche ed anatomiche; è stata sviluppata la parte relativa all'ecologia e alla distribuzione geografica.

- Parte conclusiva: è stata impostata una discussione sull'analisi dei dati risultanti dai campionamenti effettuati e sull'elaborazione

delle informazioni ottenute, ponendo in risalto ciò che è emerso dalla lettura della componente metazoica. Con la spiegazione e l'applicazione di specifici indicatori biologici sono stati affrontati i criteri di valutazione sull'origine, sul grado di protezione e sulla qualità delle acque (autoecologia ed analisi della comunità); inoltre è stata proposta una prova pratica su questo tema.

I corsisti, suddivisi in 11 gruppi di lavoro, hanno sostenuto una prova mirata all'individuazione della risposta corretta riguardante la caratterizzazione biologica (biocenosi e tanatocenosi) del sito di campionamento. A ciascun gruppo, costituito da due persone, sono state consegnate cinque schede (su un totale di 14 schede preparate); ogni scheda è stata strutturata con tre possibili risposte di cui soltanto una corretta. Nella tabella VII è riportato un esempio di scheda (lista faunistica ed esame del sedimento) la cui risposta corretta è la B. Infine, sono state valutate ipotesi e prospettive di lavoro applicativo nei settori trattati nel corso, in considerazione dell'interesse dimostrato, garantendo la disponibilità futura dello staff scientifico.

#### BILANCIO DEL CORSO

- *Valutazione del rispetto dei tempi di lavoro:* complessivamente i tempi di svolgimento del corso sono stati perfettamente rispettati. Il programma, anche se apparso troppo corposo, è stato interamente completato; grazie anche alla vicinanza ed accessibilità dei siti prescelti è stato inoltre possibile prevedere nel dettaglio sia i tempi di spostamento sul territorio, che i tempi relativi al campionamento stesso.

- *Valutazione qualitativa dei corsisti (prova finale):* la figura 1 mostra un grafico che sintetizza i risultati della prova pratica eseguita dai cor-

Tab. VI. Schematizzazione del programma svolto.

#### AMBIENTI E FAUNA DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Aula didattica CREA - Via al Porto Antico - Palazzina Millo

- *Registrazione partecipanti*
- *Saluto delle Autorità e presentazione del corso*
- *Introduzione: scopi e finalità del corso*
- *Elementi fisici (idrogeologia)*
- *Elementi chimici (idrocimica)*
- *Elementi microbiologici (batteriologia ambientale)*
- *Inquadramento dei siti investigabili ed interconnessioni con gli altri ecosistemi e sistemi artificiali*
- *Elementi biologici ed ecologici*
- *Sistematica dei principali gruppi di metazoi stigo- e crenobionti*
- *Analisi della componente organica del sedimento (tanatocenosi)*
- *Metodiche di campionamento, conservazione e studio del materiale*
- *Modulistica*

CAMPIONAMENTO - Comune di Casella

- *Indagine ambientale presso un pozzo, una sorgente, una falda iporreica*

SMISTAMENTO E CLASSIFICAZIONE - Aula DIP.TE.RIS. - Corso Europa, 26

- *Separazione degli organismi dal sedimento e riconoscimento dei taxa*
- *Valutazione della componente organica del sedimento*
- *Compilazione dei modelli relativi*

APPROFONDIMENTI TASSONOMICI - Aula DIP.TE.RIS. - Corso Europa, 26

- *Tassonomia, caratteristiche morfologico-anatomiche*
- *Classificazione principali gruppi di metazoi stigo- e crenobionti, con approfondimenti sull'ecologia e sulla distribuzione geografica (in particolare: Nematodi, Molluschi, Oligocheiti, Acari, Copepodi, Isopodi, Anfipodi, Ditteri Chironomidi)*

#### DISCUSSIONE

ARPAL, Dipartimento Provinciale di Genova - Aula Didattica - Via Montesano, 5

- *Criteri di valutazione sull'origine, grado di protezione e qualità delle acque*
- *Analisi dei risultati dei campionamenti ed elaborazione delle informazioni ottenute*

sisti. Visibilmente il giudizio complessivo delle risposte è discreto; la maggior parte dei gruppi ha valutato correttamente quasi tutti i questionari proposti.

- *Giudizio dei partecipanti sul corso:* al fine di valutare il gradimento dal punto di vista organizzativo e del contenuto, i partecipanti sono stati invitati a compilare un "questionario di fine corso" e a fornire un commento finale relativo ad un giudizio personale, nonché suggerimenti

Tab. VII. Esempio di scheda proposta nella prova pratica.

**Sito di campionamento: emergenza idrica non captata**

ESAME DEL MACROBENTHOS	
Taxa:	Freq.*
Haplotaxidae	R
Lumbriculidae	S
Avenionia	S
Ostracoda	R
Niphargus	F
<i>Proasellus</i> (sp. anoftalma)	F
Leuctra	R
Philopotamidae	S
Chironomidae	R

ESAME DEL SEDIMENTO	
Resti di origine vegetale:	Freq.*
detrito di radici	A
detrito carbonizzato	R

Resti di origine animale:	Freq.*
resti Artropodi terrestri	R
foderi di Tricotteri	S
gusci di Ostracodi	R
residui bozzoli Araneidi	R

\* R raro, S scarso, F frequente, A abbondante.

**POSSIBILI RISPOSTE**

- A - Acque di origine superficiale (riemergenza di un corso d'acqua);
- B - Acque prevalentemente di origine sotterranea con contributi di acque superficiali;
- C - Acque di origine sotterranea ma fortemente inquinate (scarichi di natura chimica che intercettano la falda).

menti, accorgimenti e proposte per eventuali corsi futuri. Il grafico in figura 2 riporta il valore medio, per singola voce, delle risposte fornite dai partecipanti.

Dall'insieme dei commenti, i suggerimenti maggiormente evidenziati sono:

- Durante la fase di campionamento, per ogni metodologia, rendere più attiva la partecipazione, ad esempio con la suddivisione e rotazione di limitati gruppi di corsisti.
- Organizzare la fase di laboratorio in piccoli gruppi di partecipanti, dove ogni gruppo è seguito da un proprio docente; dedicare a questa fase un numero di ore maggiore.
- Raggruppare i partecipanti in gruppi di lavoro omogenei per livello di conoscenza della materia, in particolare per il riconoscimento dei taxa. Riguardo quest'ultima osservazione è stato proposto di suddividere il corso in due o più livelli diversi, in funzione del grado di conoscenza ed esperienza del partecipante stesso.

Tra gli altri suggerimenti: disporre di una maggiore quantità di "preparati" in laboratorio, allo scopo di non limitare l'osservazione solo a taxa raccolti durante le lezioni sul campo ma estenderla anche a metazoi reperibili con minor frequenza o rari; ridurre la parte dedicata alla teoria, considerata troppo vasta, eterogenea e concentrata nella prima giornata; ampliare la parte relativa ai gruppi faunistici.

Il bilancio dell'esperienza descritta è quindi da ritenersi molto positivo, poiché le finalità erano abbastanza chiare e condivise da tutti i componenti organizzatori del corso. I risultati ottenuti durante la settimana, sia in termini di apprendimento che di interesse suscitato, dovranno naturalmente essere verificati con ulteriori esperienze di

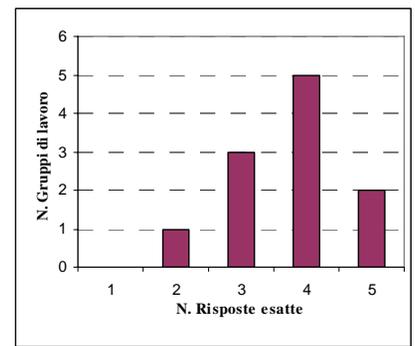


Fig. 1. Rappresentazione grafica relativa all'andamento dei risultati della prova pratica sostenuta dai corsisti.

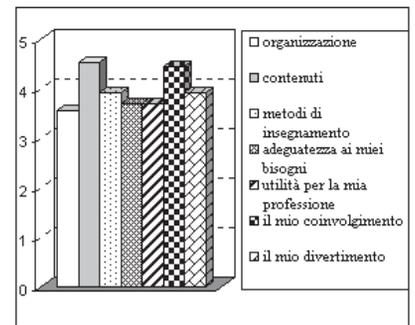


Fig. 2. Giudizi medi di valutazione del corso espressi dai partecipanti (punteggi da 1= insufficiente a 5= ottimo).

applicazione della metodica di indagine da parte dei corsisti.

**PROPOSTE PER UN CORSO FUTURO**

In base alle richieste di adesione ottenute e constatato l'interesse suscitato prima e dopo il corso, si ritiene possibile la realizzazione di un secondo corso a cui verranno apportate tutti i miglioramenti necessari. Questa prima esperienza ha dimostrato che l'interesse per l'argomento è maggiore rispetto a quanto previsto e sicuramente la realizzazione di un eventuale secondo corso, se da una parte potrà fare tesoro degli indubbi vantaggi dell'esperienza acquisita, dall'altra dovrà prevedere una migliore fluidità organizzativa, alla

quale si è sopperito con l'impegno dei singoli. Schematicamente è riportato nella tabella VIII quanto attualmente costituisce l'ossatura del secondo corso.

Occorre comunque dedicare particolare cura nella scelta dei partecipanti, eventualmente organizzando il corso su diversi livelli di

approfondimento. Il corso può quindi diventare un momento di scambio delle conoscenze e permettere di assimilare esperienze e contributi delle differenti situazioni ambientali e biologiche italiane, apportando miglioramenti alle metodiche e al quadro applicativo degli indicatori.

### Ringraziamenti

Si ringrazia per la collaborazione la Sig.ra Ines Para e la Sig.ra Fiorella Sgorbini (Uff. Com. Inf. Ed., Dir. Gen. ARPAL) che si sono occupate delle molteplici problematiche correlate all'organizzazione generale; inoltre, un particolare ringraziamento è rivolto alla Prof.ssa Laura Volterra (Istituto Superiore di Sanità) fautrice dell'iniziativa per la realizzazione del corso.

Tab. VIII. Struttura ideata per il corso futuro.

- 
- **Selezione dei partecipanti in base alla conoscenza della materia – requisiti richiesti:**
    - laurea in Scienze Biologiche o Naturali (o titolo equipollente);
    - conoscenze specifiche nel campo idrobiologico;
    - conoscenze approfondite sul benthos di acque superficiali (eventualmente, prima dello svolgimento del corso, si tengono lezioni formative sul macrobenthos per gli operatori con minore esperienza su questo tema).
  - **Organizzazione dei corsisti in gruppi di lavoro:** definizione di gruppi di lavoro formati da un limitato numero di corsisti (n° 3 max) con la disponibilità di un istruttore. Ogni singola parte del corso, in questo modo, può essere accuratamente seguita dal partecipante sia durante il campionamento in situ, sia per la preparazione del campione in laboratorio e l'analisi, al microscopio binoculare, del campione preventivamente preparato.
  - **Lezioni teoriche:**
    - ridurre la parte dei saluti delle autorità e delle introduzioni;
    - migliorare le parti generali e quelle relative alle tematiche di supporto, quali microbiologia, idrogeologia e idrochimica, attenendole concretamente alle necessità d'interpretazione del mondo vivente e limitandosi pertanto a lezioni strettamente attinenti all'argomento principale del corso: i metazoi, i fattori ecologici che contraddistinguono le biocenosi di acque sotterranee, le caratteristiche peculiari dei diversi ambienti e l'autoecologia dei vari taxa. Anche le lezioni cardine devono essere strutturate in maniera più coinvolgente, ad esempio, mediante la proiezione di diapositive integrate con altri sussidi didattici.
  - **Lezioni pratiche:**
    - di campionamento: è necessario che la fase sul campo sia maggiormente partecipativa. Ogni corsista deve trovarsi direttamente a contatto con le diverse attrezzature, pertanto ciascun gruppo di lavoro deve essere impegnato sul campionamento di ogni sito oggetto di indagine.
    - di laboratorio: il trattamento dei diversi campioni (di pozzo, di sorgente, dell'ambiente iporreico) viene eseguito dal docente una prima volta con l'ausilio di una videocamera, successivamente ciascun gruppo di lavoro, con l'aiuto dell'istruttore, si deve occupare del proprio campione mediante l'utilizzo dello stereomicroscopio. Non è strettamente necessario che il materiale da esaminare sia solo quello raccolto sul campo (la biocenosi campionata non fornisce quasi mai un'elevata biodiversità tale da garantire una conoscenza sufficientemente ampia, applicabile alle diverse realtà); è possibile infatti esaminare dei preparati preventivamente raccolti, con materiale faunistico e componente organica, tanto da poter inizialmente compilare i modelli specifici per ciascun sito. Infine si conclude con un riassunto e un confronto generale dei taxa reperiti in ogni ambiente investigato, per procedere poi alla compilazione definitiva delle schede biologiche, nelle quali si registrano la lista faunistica e la componente organica del sedimento. La valutazione sarà effettuata nella fase conclusiva, prendendo in considerazione anche i dati fisico-chimici e quelli ispettivo-ambientali rilevati.
  - **Lezioni di approfondimento:** lezioni specifiche, approfondite dagli esperti, relative ai singoli gruppi tassonomici trattati durante il corso. Per ciascun gruppo di metazoi deve essere rispettata la medesima linea d'esame: morfologia ed anatomia, tassonomia (mediante l'utilizzo di specifiche chiavi analitiche), aspetti ecologici e distribuzione geografica. I gruppi trattati dovranno essere meglio selezionati per includere solo quelli effettivamente utili come indicatori.
  - **Lezioni conclusive:** valutazione finale, complessiva, di ciò che è emerso dal corso, con particolare risalto ai risultati ottenuti dai campionamenti; applicazione degli indicatori biologici, esecuzione di una prova pratica, considerazioni sugli aspetti applicativi delle metodiche affrontate, eventuali prospettive di collaborazione in applicazioni di lavoro nei settori proposti dal corso, etc.
  - **Materiale didattico:**
    - Chiavi sistematiche: migliorare le chiavi generali in modo da fornire uno strumento utile e più semplice per l'inquadramento dei taxa a livello tassonomico richiesto.
    - Informazioni ecologiche e biogeografiche sui taxa: fornire un quadro aggiornato e dettagliato sugli organismi di acque sotterranee italiane.
    - Bibliografia: completare e aggiornare la lista bibliografica sulla materia.
-