

- L'Alberghetti e il fiume Santerno -

Introduzione

Misurare la qualità dell'acqua aiuta a conoscere lo stato di "salute" e a proteggere il nostro territorio. Il progetto è un'occasione per la sensibilizzazione all'educazione ambientale (E.A.). Il compito degli insegnanti è quello di rendere gli studenti più maturi e consapevoli dell'importanza del rispetto dell'ambiente; il compito degli studenti sarà quello di diffondere ancora di più l'educazione ambientale, in questo caso tramite il tutoraggio di alunni più giovani. L'apprendimento dell'E.A. ha alcune caratteristiche e alcuni fondamenti molto bene enunciati nella *Carta dei principi per l'Educazione Ambientale (E.A.; Fiuggi, 24 aprile 1997)*:

- "Coinvolge conoscenze, valori, comportamenti, esperienze dirette, sul funzionamento e sull'evoluzione degli ecosistemi naturali". (art.2)
- "(...) si protrae per tutta la durata dell'esistenza, prepara l'individuo alla vita, infonde fiducia che cambiare è possibile. L'E.A. comprende l'istruzione formale, la sensibilizzazione e la formazione". (art.3)
- "In ambito scolastico l'E.A. non è circoscrittibile entro i confini di una singola materia (...); è interdisciplinare e trasversale, lavora su tempi lunghi". (art.8)

L'Educazione ambientale è quindi alla base della formazione dei giovani, fornendo elementi conoscitivi e contribuendo a costruire il senso di appartenenza al territorio, la responsabilità verso la cosa pubblica la cultura della partecipazione alla cura dell'ambiente.

Fasi del lavoro—GREEN

Prima di svolgere i rilevamenti veri e propri, **in laboratorio** si discutono i prerequisiti dell'analisi: vengono descritte le proprietà dell'acqua, elencati i possibili inquinanti e le possibili fonti da cui possono provenire, e descritte le conseguenze a livello dell'ecosistema formato dal fiume e dal territorio circostante. Successivamente gli alunni, divisi in piccoli gruppi, apprendono il corretto utilizzo di kit certificati per la raccolta e analisi di campioni e svolgono esercitazioni sul calcolo dell'Indice di Qualità dell'Acqua (WQI) secondo il protocollo GREEN.

Ogni gruppo prepara poi una lezione per gli alunni da tutorare riguardante il rilevamento di un parametro, l'elaborazione dei dati rilevati, la presentazione delle conclusioni tratte dai dati.

In particolare saranno spiegati i 9 parametri del protocollo GREEN: **ossigeno disciolto, coliformi fecali, pH, BOD5, differenza nella temperatura dell'acqua a monte e a valle, fosfati totali, nitrati, torbidità, solidi totali**; a questi parametri, in seguito al decreto legislativo 152 del 11/05/1999, vanno aggiunti quelli introdotti dal LIM (Livello di Inquinamento espresso dai Macrodescriptors), ovvero **la presenza di E. coli, la conducibilità elettrica, l'alcalinità, l'azoto ammoniacale presente**.

Una volta completato l'apprendimento teorico e pratico vengono svolti dalla classe rilevamenti **sul campo**: campionamento, analisi dei campioni, compilazione delle schede di rilevamento e di una tabella riassuntiva.

Per ottenere un'analisi completa è necessario attendere i tempi necessari per alcune analisi, come quella del BOD5 e di E. coli. Una volta completata l'analisi si elabora la tabella e si calcola l'indice WQI usando una metodologia che prevede l'utilizzo di diagrammi di conversione di dati la cui applicazione permette ai ragazzi di comprendere la necessità di normalizzare i risultati ottenuti per poterli comparare con altri e comprenderne il peso relativo. I risultati ottenuti vengono discussi in classe, verificati e viene assegnata una valutazione.

Fasi del lavoro—IBE

Vengono discussi **in laboratorio** i prerequisiti dell'analisi, svolte lezioni sull'impiego dei macroinvertebrati come indicatori biologici e sulle tecniche di monitoraggio e calcolo dell'IBE, (metodologia elaborata da Ghetti nel 1997 resa ufficiale con il decreto legislativo 152 del 1999) (ex 130/92 in attuazione della direttiva CEE 659 del 1978).

L'addestramento al riconoscimento dei macroinvertebrati avviene tramite atlanti specifici e chiavi dicotomiche appositamente semplificate per fini didattici. Gli studenti vengono poi addestrati al corretto uso del retino per la raccolta di campioni, alla compilazione della tabella di raccolta dati e al calcolo dell'indice vero e proprio. La classe viene divisa e a ogni gruppo viene assegnato un compito, rispetto al quale preparerà una lezione per gli alunni tutorati.

Si svolgono quindi il campionamento **sul campo** e i dati raccolti vengono trascritti nelle schede di rilevamento. Dopo una discussione mirata al confronto fra gruppi di lavoro, viene redatta una tabella che permette una prima sommaria definizione dell'IBE. In caso di incertezze, in laboratorio si controllano gli esemplari dubbi e si elaborano i dati ottenuti, stendendo la tabella definitiva per il calcolo dell'indice. I risultati ottenuti vengono discussi in classe e valutati, e si formula un giudizio finale sulla qualità dell'acqua (vedi Tab.4).

IBE Borgo Tossignano 2015.

Scheda di rilevamento.

Min Pres= numero minimo di individui che devono essere trovati nel campione per poter includere la specifica unità tassonomica ai fini del calcolo dell'IBE.

Pres= numero di individui effettivamente contati.

Abb= classe di abbondanza attribuita ponendo in relazione la quantità misurata al numero minimo previsto

- I (corrisponde a Min Pres), da raro a comune,
- L da comune ad abbondante,
- U, numericamente dominanti.
- * indica valore inferiore al minimo previsto, l'unità tassonomica viene esclusa dal calcolo, quindi l'indice IBE, calcolato utilizzando una apposita tabella che tiene conto di numerosi aspetti, si riduce, indicando una ridotta biodiversità e quindi una classe di qualità inferiore

Unità Sistematiche	Min pres	Pres	Abb.
PLECOTTERI (genere)			
Dytiscidae	2-3	2	I
Dytiscidae	2-3	2	I
Isopoda	2-4	1	+
Nephele	4-6	1	+
Baetis	8	6	+
Rhyacidae	4-6	5	I
Epimerellidae	6	6	I
EPHEMEROPTERI (genere)			
Heptagenia	4-6	2	+
Oligoneurina	4-6	2	+
Potamanthus	3	5	I
Cloeon	6	3	+
Hydropsychidae	6	1	+
Phlogotamidae	2	4	I
Rhyacophidae	4	2	+
COLEOTTERI (famiglia)			
Dytiscidae	2	1	+
Anax	1	1	I
Boyeria	1	1	I
Callibaetis	1	2	I
Oxychopomus	1	1	I
Ceratopogonidae	2	1	+
Limnoria	2	3	I
Tigulidae	2	1	+
Chironomidae	9	10	I
ETEROTTERI (famiglia)			
CRUSTACEI (famiglia)			
GASTROPODI (famiglia)			
BIVALVI (famiglia)			
TRICLADI (genere)			
Dugesia	1	1	I
IRIDIACEI (genere)			
Eriopeltis	1	2	I
Glossiphonia	1	1	I
Heliodora	1	1	I
Haplotaenidae	1	1	I
ALTRI (famiglia)			
TOTALE U.S.			16
IBE			9
Classe Qualità			II

Fig. 1 IBE in tre stazioni tra il 2004 e il 2015

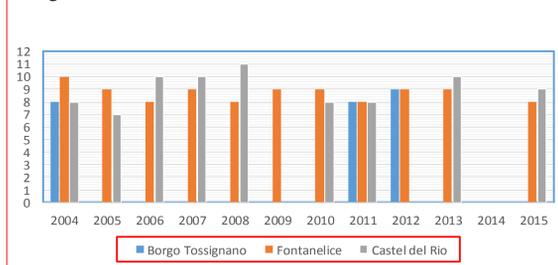
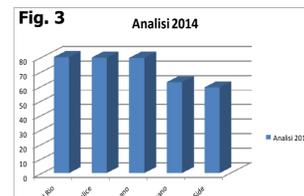


Fig. 1. La mancanza dei dati del 2014 è legata ad una prolungata fase di piena del fiume che ha impedito le uscite sul campo.



Campionamento Fontanelice

Campionamento Castel del Rio



W.Q.I 2014 in tutte le stazioni sul fiume: buona qualità fino a Borgo Tossignano, media in pianura.



Protocollo GREEN, analisi del parametro Ossigeno Disciolto

Tab. 3. W.Q.I: fasce di valori, relativo giudizio e colore per rappresentazione in cartografia

Fasce di valori	Giudizio	COLORI DI RIFERIMENTO
90-100	eccellente	Azzurro
70-90	buono	Verde
50-70	medio	Giallo
25-50	cattivo	Rossiccio
0-25	pessimo	Rosso

Tab. 4. Conversione dei valori IBE in classi di qualità, con relativo giudizio e colore per rappresentazione in cartografia.

CLASSI DI QUALITÀ	VALORE DI IBE	GIUDIZIO	COLORI DI RIFERIMENTO
Classe I	10-11-12	Ambiente non inquinato o non alterato in modo sensibile	Azzurro
Classe II	8-9	Ambiente in cui sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento	Verde
Classe III	6-7	Ambiente inquinato	Giallo
Classe IV	4-5	Ambiente molto inquinato	Rossiccio
Classe V	1-2-3	Ambiente fortemente inquinato	Rosso

RISULTATI e DISCUSSIONE

Lo scopo di questa attività è ovviamente di tipo educativo, in quanto, per il numero limitato dei rilievi, i risultati sono evidentemente influenzabili da specifici eventi atmosferici ed ambientali e quindi i rilievi effettuati non hanno necessariamente valore statisticamente significativo. Anche la discussione ha evidentemente il valore di esercizio.

Le tabelle 1 e 2 e la figura 2 riportano i dati del GREEN ottenuti nelle stazioni di Castel del Rio e Fontanelice negli anni dal 2003 al 2015. La figura 3 riporta i risultati delle analisi effettuate nel 2014 in tutte le stazioni lungo il corso del fiume Santerno.

A Castel del Rio, a fronte di un livello di W.Q.I. che si è mantenuto nel complesso buono, si rilevano valori più bassi negli anni 2003 e 2007. In particolare nel 2003 molti dei valori dei parametri sono risultati peggiori rispetto agli altri anni: da notare la % O₂ disciolto, i coliformi fecali, i coliformi indici di un inquinamento organico importante. Nel 2007 l'elevato numero di coliformi fecali e l'elevato BOD 5 hanno abbassato la qualità dell'acqua a valori medi. Tali anni, in particolare il 2007, sono risultati siccitosi. I risultati di Fontanelice confermano un valore di W.Q.I. molto più basso nel 2007 e valori che negli anni si attestano intorno al valore di 80. Risultano poi, contrariamente a quanto atteso, migliori rispetto a quelli di Castel Del Rio più a monte.

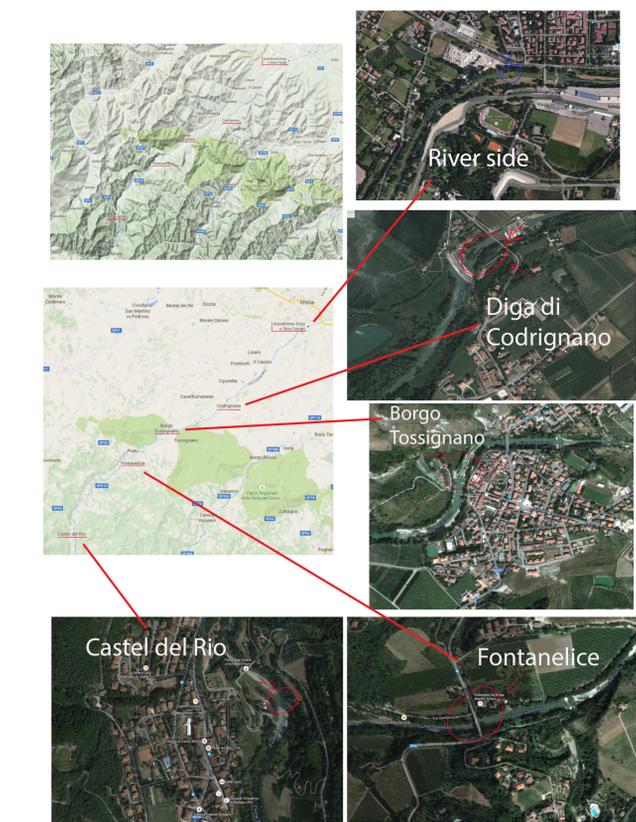
Complessivamente si evidenzia che alcuni parametri sono soggetti ad una elevata variazione nel corso del tempo, come ad esempio i solidi totali, che variano in maniera considerevole a seconda delle precipitazioni. Ciò influenza anche l'andamento dei fosfati totali che aumentano sensibilmente nel biennio 2007-2008, anni poco piovosi, in particolare nella stagione invernale.

Nel 2014 (Fig. 3) si rilevano dati uniformemente buoni in tutte le stazioni spiegabili con la elevata portata del fiume legata all'abbondanza delle precipitazioni nel periodo precedente. Il rilievo di valori migliori nel tratto collinare rispetto a quello di pianura è atteso, in relazione verosimilmente alla diversa antropizzazione.

Per i coliformi fecali e l'Escherichia coli i valori in alcune occasioni sono particolarmente elevati e talora discordanti. Premesso che tra i test quelli microbiologici sono quelli con maggiore rischio di variabilità legata all'esecuzione, non è escludibile che in alcuni anni fosse presente una contaminazione del fiume, ipotesi rafforzata anche dalla presenza dei nitrati nel corso d'acqua.

Per quanto riguarda i macroinvertebrati, i valori dell'IBE (Fig. 1) rimangono sostanzialmente costanti, all'interno della fascia di classe II di qualità dell'acqua, questo a riprova della maggiore affidabilità di questo metodo, che meno risente delle repentine variazioni meteorologiche, in caso di campionamenti non seriali.

Negli anni dal 2004 al 2015 sono state complessivamente coinvolti 1546 studenti del liceo nell'attività di tutoraggio e 2082 studenti delle medie inferiori come discenti. Il progetto ha sempre suscitato interesse e partecipazione e l'attività di tutoraggio è sembrata particolarmente formativa.



Protocollo GREEN e WQI

Il protocollo GREEN (Global Rivers Environmental Education Network), è utilizzato per determinare la qualità generale di un corso d'acqua in quanto consente di ottenere un unico valore: l'Indice di Qualità dell'Acqua (W.Q.I. - Water Quality Index), mediante il quale è possibile confrontare in tempi diversi i differenti tratti dello stesso fiume o di fiumi diversi. I dati ottenuti per ciascun parametro con la propria unità di misura, vengono normalizzati, cioè trasformati in valori compresi tra 0 e 100 utilizzando apposite curve. Ogni parametro viene poi moltiplicato per un fattore peso, che è tanto più alto quanto maggiore è l'importanza del parametro per la valutazione della qualità delle acque. I valori così ottenuti vengono infine sommati per ottenere un valore compreso tra 0 e 100 e il risultato confrontato con una tabella divisa in 5 classi di qualità a cui corrispondono colori convenzionali (Tab. 3).

Indice IBE

Il calcolo dell'indice IBE (Indice Biotico Esteso) permette di determinare la qualità di un corso d'acqua in base alla biodiversità dei macroinvertebrati in esso presenti.

I macroinvertebrati sono gli invertebrati che hanno una taglia maggiore di 1 mm; sono principalmente insetti, crostacei, molluschi, anellidi o plattelminti. Il loro ruolo nei corsi d'acqua è quello di consumatori a tutti i livelli e a loro volta sono il nutrimento preferito dei pesci.

Essi sono considerati buoni bioindicatori per la qualità dell'acqua, in quanto -sono sensibili agli agenti inquinanti
-sono distribuiti ampiamente in tutto il territorio
-hanno una scarsa mobilità
-hanno un lungo ciclo vitale
-sono presenti durante tutto l'anno
Inoltre, la maggior parte dei macroinvertebrati è bentonica e ha quindi scarse probabilità di sottrarsi con la fuga dagli effetti degli agenti inquinanti. In base al numero e alla specie di macroinvertebrati trovati e riconosciuti si determina la qualità dell'acqua, alcuni organismi sono più sensibili all'inquinamento e la loro presenza in grande numero di individui e di specie, indica acque pulite, altri sono più tolleranti e nelle acque inquinate proliferano grazie alla minore competizione.

Le variazioni negative della biodiversità persistono per lungo tempo anche se le acque non sono più inquinate, grazie ai lunghi cicli vitali dei macroinvertebrati e permettono di individuare anche gli scarichi saltuari di sostanze inquinanti.



Campionamento Macroinvertebrati

Ninfa di Ephemeroptero, Heptageniidae

Tab. 4: dettaglio degli alunni coinvolti tra il 2004 e il 2015: in totale 3628 studenti tra tutor (liceo) e tutorati (scuole medie inferiori)

Anno	Protocollo GREEN				Protocollo IBE			
	Classe	Nr. alunni	Classe	Nr. alunni	Classe	Nr. alunni	Classe	Nr. alunni
04-05	3	77	5	108	3	64	3	57
05-06	3	78	5	108	3	64	3	57
06-07	3	65	5	148	3	71	7	136
07-08	3	71	3	54	3	68	6	130
08-09	4	70	4	75	3	70	6	126
09-10	3	69	4	83	2	36	4	83
10-11	3	73	4	80	3	72	3	59
11-12	3	66	3	76	3	35	4	103
12-13	5	116	7	162	2	38	3	68
13-14	5	129	10	193	-	-	-	-
14-15	4	91	8	174	2	106	2	114