

# C<sup>n</sup>S

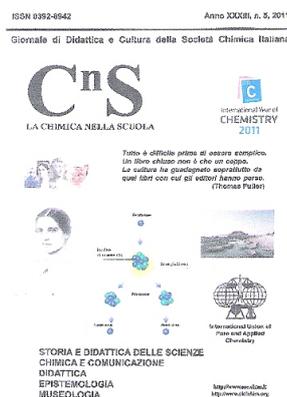
LA CHIMICA NELLA SCUOLA



**N.1 1979 bollettino del corso di perfezionamento  
in chimica ad indirizzo didattico  
dell'Università di Modena**

# 1979 - 2011

Dalla carta al web



**N. 5 2011 giornale di didattica e cultura  
della Società Chimica Italiana**

**STORIA E DIDATTICA DELLE SCIENZE  
CHIMICHE E COMUNICAZIONE  
DIDATTICA  
EPISTEMOLOGIA  
MUSEOLOGIA**

<http://www.soc.chim.it>  
<http://www.didichim.org>

<b>1</b>	<b>EDITORIALE</b> <b>Dalla Carta al Web</b> di Pasquale Fetto e Luigi Campanella	
<b>2</b>	<i><b>Pillole, flash e quant'altro</b></i> di Vito d'Andrea, Pasquale Fetto, Luigi Campanella	
<b>5</b>	<b>Leggere il paesaggio: alla scoperta del Chianti - I Parte</b> <b>Un percorso pluridisciplinare per la scuola secondaria di I grado</b> di Grazia Cosenza, Fabio Olmi, Alessandro Pezzini, Daniela Sorgente	<b>S</b>
<b>19</b>	<i><b>Pillole, flash e quant'altro</b></i> di Luigi Campanella	
<b>20</b>	<b>JIGSAW su bilanciamenti e nomenclatura</b> <b>il Cooperative Learning applicato ad argomenti di Chimica</b> <b>nella Scuola Secondaria Superiore</b> di Marina Scandola	<b>O</b>
<b>24</b>	<b>Conduttanza molare di soluzioni elettrolitiche: le acque minerali - Parte I.</b> <b>Relazioni chimico-fisiche fondamentali nello studio della conduttanza</b> <b>molare di soluzioni elettrolitiche</b> di Franco Calascibetta, Giuliano Moretti	<b>M</b>
<b>36</b>	<b>Neve a ciel sereno.</b> <b>Ma siamo sicuri che sia proprio “neve chimica”?</b> di Silvano Fuso	<b>M</b>
<b>37</b>	<b>Inquinamento da idrocarburi policiclici aromatici (IPA)</b> <b>Prima valutazione degli IPA a Mottola e approccio educativo</b> <b>al lavoro scientifico</b> di Domenico Potenz, Gabriella Pansini	
<b>52</b>	<b>Progetto Lauree Scientifiche: conoscere per sapere</b> di Roberto Carlini	<b>A</b>
<b>330</b>	di Alessandro Del Zotto	
<b>252</b>	di Valentina Domenici	<b>R</b>
<b>258</b>	di Luigi Campanella	
<b>261</b>	di Alessandro Marchetti	<b>I</b>
		<b>O</b>

## Dalla Carta al Web

Questo numero è il primo in cui la pubblicazione cartacea (in un ridotto numero di copie) si unisce alla pubblicazione on-line. In un prossimo futuro sarà disponibile solo la seconda forma.

Certamente su questa scelta ha influito solo parzialmente la parte economica e molto più il cambiamento culturale che porta sempre più i lettori a rivolgersi al Web.

Non è una novità che il Web faccia parte della nostra quotidianità. Le premesse di questo fenomeno, già in embrione negli anni ottanta e sviluppatosi dagli anni novanta, conosciuto e non sottovalutato ma diciamo tenuto in stand by dalla maggior parte di coloro, io sono tra questi, che preferiscono il contatto e l'odore della carta che stimolano la lettura.

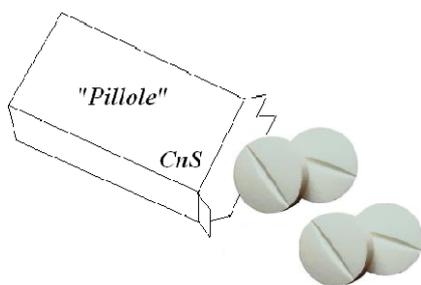
Che il fenomeno si sarebbe rapidamente sviluppato era già previsto nel 2007 da studi effettuati dai maggiori editori che non potevano contare sulla sicurezza delle edizioni cartacee. Tutti gli sforzi furono rivolti al governo e controllo del passaggio dalla carta stampata a Internet. Tutti i quotidiani si sono attrezzati per la diffusione on-line che ha acquisito sempre più importanza.

Molti ricercatori si sono impegnati e si impegnano a studiare una specie di confronto parallelo tra le due forme di divulgazione e analizzare i punti in comune e le eventuali differenze.

In questa fase cercheremo di risolvere le difficoltà del passaggio dal tipografico al digitale, siamo coscienti che dobbiamo produrre un adeguato strumento che diffonda informazioni in modo chiaro e semplice.

Vorremmo che il passaggio non significhi consuetudine e routine con conseguente ridotto interesse per i contenuti, ma al contrario contatto più diretto e più continuo con i nostri lettori, ai quali tutti chiediamo anche di contribuire a tenere alto il carattere scientifico, comunicativo e divulgativo di CNS

Con il Direttore e la Redazione ci apprestiamo a questo passaggio, supportati dal Comitato Scientifico e dal Comitato di Redazione, al fine di fornire il miglior prodotto possibile. Siamo consapevoli che, come titolava nel 1979 l'editoriale del Prof. Gianfranco Fabbri nel I° numero del *Bollettino della scuola di perfezionamento in chimica ad indirizzo didattico – Università di Modena* il nostro “*è un servizio*”.



Q  
a  
n  
t'  
a  
l  
t  
r  
o

**Gentile Collega,**

**il Consiglio di Stato ha approvato il regolamento del Ministro Profumo per l'Abilitazione Scientifica Nazionale, che partirà entro l'anno per la II e la I fascia.**

**I criteri e parametri saranno più o meno quelli proposti dall'A.N.V.U.R.: si farà riferimento alla mediana dell' H-index degli Associati o degli Ordinari del settore concorsuale, calcolata su SCOPUS.**

### **Più ricercatori meno docenti**

Su Labitalia, testata leader per la pubblica amministrazione, più di tre anni fa sostenni la tesi che “i ricercatori devono dedicare più tempo alla ricerca scientifica e meno tempo alla didattica, mentre i professori devono dedicare più tempo alla didattica”. Oggi mi fa piacere che il ministro Francesco Profumo abbia fatto propria questa idea e lo incoraggio a portarla avanti.

Per crescere l'Italia necessita di più ricercatori e meno professori. La ricerca scientifica è più strategica della didattica, perchè le nuove scoperte e innovazioni creano sviluppo e crescita del Paese.

**Vito D'Andrea**

Dal Messaggero del 3 febbraio 2012 pagina 20 foglio 1

## **Investire nel capitale umano**

Da alcuni anni l'industria ingegneristica globale chiede laureati, secondo le valutazioni dell'UNESCO nei prossimi venti anni ne serviranno circa 500.000 in più. Questo scenario ha spinto, in un periodo che non è certo favorevole agli investimenti sia economici che umani, alcuni paesi a moltiplicare i loro sforzi per attuare dei programmi e progetti miranti al potenziamento della formazione culturale dei propri giovani.

### **“Scienza Senza Frontiere”**

Il progetto “Scienza Senza Frontiere” messo in essere dallo Stato e dal Governo Brasiliani con lo scopo di favorire la mobilità dei propri studenti, studiosi e ricercatori ed internazionalizzare le proprie università nell'ambito della collaborazione tra l'Italia ed il Brasile.

Presso l'Ambasciata del Brasile a Roma alla presenza del Professor Francesco Profumo, Ministro dell'Istruzione, Università e Ricerca e dell'Ambasciatore Brasiliano José Viegas Filho è stato sottoscritto dal professor Giuseppe Zaccaria Rettore dell'Ateneo Patavino un Protocollo di Intesa per la partecipazione dell'Ateneo al programma di cooperazione italo-brasiliana "Scienza Senza Frontiere".

Un programma di borse di studio, dedicato ad aree disciplinari di considerevole interesse per l'innovazione e lo sviluppo tecnologico e industriale (quali le scienze naturali, le scienze della vita, l'ingegneria, l'agricoltura sostenibile, le tecnologie della informazione e della comunicazione e le industrie creative), assicurerà lo sviluppo di nuovi legami e progetti e di collaborazioni internazionali.

La mobilità studentesca (prevista per i prossimi quattro anni) coinvolgerà circa 100.000 studenti brasiliani che verranno scelti, secondo criteri meritocratici, per la formazione all'estero. Di questi 6.000 verranno a studiare in undici Università italiane (selezionate dal Governo brasiliano su basi meritocratiche) tra cui Bologna, Milano, Padova e Pisa.

Il programma prevede il coinvolgimento delle seguenti aree disciplinari (è previsto che si possano inserire, di comune accordo, altre aree disciplinari oltre quelle sotto riportate):

Ingegneria e altre aree tecnologiche; Scienze Esatte e della Terra: Fisica, Chimica, Biologia e Geoscienze; Scienze Biomediche e della Salute; Calcolo e Tecnologie dell'Informazione; Tecnologia Aereospaziale; Farmaci; Produzione Agricola Sostenibile; Petrolio, Gas e Carbone Minerale; Energie Rinnovabili;	Tecnologia Minerale; Biotecnologia Nanotecnologia e Nuovi Materiali; Tecnologie di Prevenzione e Attenuazione dei Disastri Naturali; Biodiversità e Bio-prospezione; Scienze del Mare; Industria Creativa; Nuove Tecnologie di Ingegneria Costruttiva; Formazione di Tecnici.
---	---

Lo sforzo economico brasiliano si concretizza nell'impegno, al momento, di 1,25 miliardi di euro per il finanziamento di progetti di cui la metà (dei progetti) si svilupperanno negli Stati Uniti e i rimanenti in Gran Bretagna, Germania, Francia e Italia.

### “Il fine giustifica i mezzi”

La Polonia è tra i paesi dell'est-europeo che ha preso, come si suol dire, *la palla al balzo*, non anticipando ma, cogliendo le valutazioni dell'UNESCO circa il futuro dell'ingegneria globale. Il loro problema era quello di stimolare i giovani ad iscriversi alle facoltà scientifiche ed in particolare ad ingegneria. La strategia, semplice e chiara, esposta da Jan Krysinski della Lodz University of Technology<sup>1</sup>, si riassume nella frase che ha definito la campagna “*Ragazze, tutte a ingegneria*”. Si pensava di orientare la scelta delle ragazze verso le facoltà scientifiche che si sarebbe concretizzata con la conseguente scelta da parte dei ragazzi di seguire le loro compagne. Forse è stata una intuizione o una “scommessa”, ciò che conta è il risultato, infatti, si sono avute circa 13.000 iscrizioni in più rispetto ai dati dell'indagine precedente. Questo investimento ha rivestito grande importanza per i giovani e ancor più per l'intera Polonia.

1. TUL (Technology University of Lodz) è l'unica università in Polonia che appartiene al gruppo esclusivo di istituti di istruzione europei che sono titolari del ECTS Label (assegnato dalla Commissione europea) che è un prestigioso certificato che riconosce l'introduzione degli standard che garantiscono una buona qualità di studi e di scambi internazionali.



### Xkè? Il laboratorio della curiosità

Xkè? Il laboratorio della curiosità è un centro per la didattica delle scienze aperto solo alle scuole elementari e medie inferiori. Inaugurato nel settembre 2011, Xkè? è un progetto della Fondazione per la Scuola nato per stimolare la curiosità, l'interesse per le scienze e la creatività.

Strutturato come un "laboratorio della curiosità", il centro (sito in Via G. Ferrari 1 a Torino) mette a disposizione degli studenti una serie di esperimenti ludici basati sui cinque sensi e diverse sezioni dedicate alle misure, alla matematica, alla robotica e ai grandi scienziati.

Per informazioni e prenotazioni: tel. 011 8129786, [laboratoriocuriosita@fondazioneeduca.it](mailto:laboratoriocuriosita@fondazioneeduca.it)

<http://www.fondazioneeduca.it/iniziative/xke-laboratoriocuriosita/presentazione.html>

**Pasquale Fetto**

Pillole, flash e quant'altro

### **La tracciabilità delle misure**

La misura influenza tutte le attività della nostra vita: dai carburanti delle nostre auto alla sicurezza elementare della qualità atmosferica e ambientale all'analisi chimiche tutto è basato su misure che devono essere tracciabili nel senso che devono considerare la verifica dei risultati. I passaggi necessari per questa tracciabilità sono la definizione dell'unità di misura, la definizione di standard primari (conservati presso il Bureau di Pesi e Misure), di standard secondari (calibrati contro i primari), di standard di lavoro. La standardizzazione è fondamentale per assicurare la comparabilità di misure routinarie per ottenere l'equivalenza di risultati ottenuti con metodi diversi.

### **Embrione dell'associazione delle Società Chimiche**

Il primo tentativo per una associazione delle Società Chimiche risale all'Aprile 1911 con una riunione a Parigi dei rappresentanti della SOC Chimiche Inglesi, Tedesca e Francese. Nel 1913 un nuovo meeting aggregò un'altra dozzina di Società Chimiche fra le quali una SCI (allora con 654 soci).

### **Scoperti nuovi elementi**

Sono stati scoperti gli elementi con numero atomico 114 e 116 per i nomi le proposte sono in linea con altre precedenti rispettose di chi ha contribuito alla scoperta. Così per il primo il nome proposto è flerovio in relazione al Laboratorio Flerov, delle reazioni nucleari intestato ad un fisico di riconosciuti valori; per il secondo liver-mono dal Laboratorio Nazionale Lwermore intestato a Lawrence L. Wermore.

### **La guida WRAC**

E' uscita la guida WRAC alla nomenclatura chimica in edizione 2011. Rispetto alla prima edizione c'è una trattazione molto più ampia delle formule soprattutto steriche; inoltre i capitoli sui composti metallo organici e sui polimeri sono stati completamente riscritti, infine c'è un capitolo sulla nomenclatura biochimica e sulle nomenclature diverse da quella IUPAC.

### **Congressi 2012**

A proposito di congressi 2012 vale la pena segnalarne alcuni per il loro particolare significato:

- 1) La Chimica delle catene di rifornimento sostenibile sostanzialmente dedicata allo sviluppo sostenibile; 1 Giugno, Toronto
- 2) Chimica, la chiave del nostro futuro; 2-6 Luglio Mauritius
- 3) Biotecnologie per cui mondo verde; 16-21 settembre Daegu (Korea)

### **Energia sostenibile**

Più di 1,4 miliardi di persone non hanno accesso all'elettricità e più di 1 miliardo hanno accesso intermittente. Intorno a 2.5 miliardi di persone si affidano alle biomasse tradizionali per cucinare e riscaldare. L'energia sostenibile è una delle 5 priorità dell'ONU. Da qui la necessità di collaborazione e messe in comune di tecnologie e risorse con 3 linee guida:

- a) assicurare accesso universale ai servizi energetici moderni
- b) raddoppiare l'efficienza energetica
- c) raddoppiare la messa a comune e condivisione delle energie rinnovabile nel mix energetico globale.

### **Il Sistema SI**

Il sistema SI è il sistema delle unità di misura adottato nella maggior parte del mondo. I suoi mattoni sono 7 mila base: il secondo, il metro, il chilogrammo, l'ampere, il Kelvin, la mole, la candela. Il vantaggio del sistema SI è che queste stesse unità sono usate con tutte le attività della società che coinvolgono misure, con la vita di tutti i giorni, ingegneria di precisione, scienze avanzate. Gli istituti nazionali di metrologia di tutto il mondo stanno valutando l'ipotesi di aggiornare le definizioni di chilogrammi, l'ampere, il kelvin e la mole. In particolare il chilogrammo ha ricevuto molta attenzione visto che la sua definizione risale al 1989. Sarebbe stato meglio se tutte le definizioni delle unità di base fossero fondate su costanti universali assumendo così un valore non temporaneo. Aggiornare le definizioni richiede molta attenzione ma i riflessi sulla vita di tutti i giorni sono trascurabili, se non nulli. Nel caso del chilogrammo potrebbe essere definito in termini della costante di Planck, alternativamente paragonati alla massa di un singolo atomo dell'elemento chimico silicio. Si pensi che l'incertezza sulla costante di Planck sulla base degli attuali metodi di misura corrisponde a 44 microgrammi chilo, mentre l'incertezza sperimentale sulla massa di un chilogrammo è soltanto di 20 microgrammi, questo fa capire la complessità del problema.

**Luigi Campanella**

# Leggere il paesaggio: alla scoperta del Chianti I Parte

## Un percorso pluridisciplinare per la scuola secondaria di I grado

Grazia Cosenza, Fabio Olmi, Alessandro Pezzini, Daniela Sorgente<sup>1</sup>

fabio.olmi@gmail.com

### Riassunto

*Questo lavoro descrive un percorso pluridisciplinare messo a punto per la scuola secondaria di primo grado e sperimentato con successo. Si tratta di un approccio alla ricchezza e alla varietà di aspetti di uno dei territori italiani più tipici, il Chianti. La scelta di un luogo è ovviamente in relazione alla comodità di accesso da parte delle scuole coinvolte, nel nostro caso di Firenze e dintorni, ma è ripetibile in molte altre zone del Paese. Il progetto e la sua realizzazione hanno visto la collaborazione di docenti di varia formazione (di due consigli di classe) ed hanno interessato aspetti storici, geografici e naturalistici del territorio e aspetti chimici, fisici e tecnologici delle sue fondamentali produzioni.*

*In questa prima parte vengono illustrate la messa a punto del percorso nei suoi vari aspetti e la realizzazione delle schede di lavoro per gli allievi. In una seconda parte si renderà conto dei vari aspetti della sperimentazione.*

### Abstract

*This paper describes an education itinerary, successfully tested, specifically created for secondary school students (ages 11-13 ) and, as well as its execution, involving a range of disciplines . The project implies an approach to the richness and variety of aspects of one of the most typical Italian territories, Chianti. The choice of a place is obviously related to the ease of access by involved schools, in our case of the Florence area, but it can be performed in many other parts of the country. The project was realised with the collaboration of teachers from different subjects (two class councils) and involved historical, geographical and naturalistic features of the studied area as well as chemical, physical and technological features of its products.*

*In this first part we describe the development of the itinerary in its various aspects and the drafting of worksheets for students. In a second part we will report on various aspects of the experimental test.*

Questo lavoro del gruppo GRDSF segue la progettazione e successiva sperimentazione di percorsi disciplinari dedicati soprattutto a due ambiti “deboli” dell’insegnamento/apprendimento delle scienze sperimentali nella scuola secondaria di primo grado pubblicati in questi ultimi anni: quelli della geologia e della chimica.[1],[2],[3]. L’idea di *mettere mano ad un percorso che vedesse coinvolte più discipline e che potesse essere realizzato da un intero consiglio di classe ci è apparsa complessa ma realizzabile*. Lo studio del progetto e la messa a punto delle sue varie parti ha richiesto più di un anno di lavoro; nell’anno scolastico 2010/2011 si è realizzata la sua prima, completa sperimentazione in 2 classi di due diverse scuole con buoni risultati; il percorso verrà nuovamente sottoposto a sperimentazione in altre classi nell’attuale anno scolastico.

Per rendere agevole seguire le fasi di progettazione e realizzazione del percorso abbiamo pensato di suddividere il resoconto in due parti: la prima dedicata alla *messa a punto del progetto* nei suoi vari aspetti, la seconda alla sua *sperimentazione nelle classi e all’esame dei risultati*.

## Il progetto

### 1- Perché il Chianti?

In primo luogo ci ha suggerito questa scelta l’attrazione per il fascino di un territorio estremamente mutevole e aspro, ricco di vestigia rimaste a testimonianza della sua storia plurisecolare (abbazie, castelli, borghi, ville, case coloniche...) e caratterizzato da colline coperte di boschi di roverella e pino, declivi più dolci coltivati con fitte trame di vigneti, balze di colli ordite di olivi, pochi terreni di piano coltivati a granturco o girasole...e le classiche coloniche, molte con la caratteristica colombaia. **Il FAI indica il Chianti come “uno dei paesaggi tipici italiani”**. Si può dire che il Chianti è come il maiale: tutto “viene impiegato”, perfino la terra quando appare grigia, repellente all’acqua (argilla) diviene fonte di produzione di mattoni, di “cotti” (le cosiddette chiantigiane) e manufatti artistici di “terra cotta” tipici della zona.

In secondo luogo, si tratta di un territorio che **si presta particolarmente bene ad un approccio non riduzionista, ma sistemico** data la sua ricchezza e varietà sia degli aspetti naturalistici che di quelli antropici: per questo possono trovare sintesi interessanti le collaborazioni tra docenti di diversa formazione (artistico-storico-letteraria, geografico-scientifico

<sup>1</sup>. Si tratta del sottogruppo della scuola secondaria di primo grado del gruppo ricerca e sperimentazione didattica GRDSF coordinato da Fabio Olmi. Al progetto hanno collaborato vari docenti dei consigli di classe in cui il percorso è stato sperimentato per la prima volta, in particolare Patrizia Micheli, Cathia Picchetti, Gianna Campani e Rita Picariello

## Leggere il paesaggio: alla scoperta del Chianti

scientifico-tecnica) e si presta particolarmente bene ad essere affrontato da allievi di scuola secondaria di primo grado. In terzo luogo, ma non certo ultimo per importanza, facendo perno sulle scuole della città di Firenze e dintorni, **per rendere fattibili** visite ed escursioni in tempi contenuti, è necessario scegliere un territorio facilmente raggiungibile e in tempi brevi: dal centro di Firenze per arrivare al “centro” del Chianti, il territorio intorno a Greve, occorrono dai 35’ ai 45’ (con le classi abbiamo stimato circa 1 ora), questo rappresenta un elemento pratico essenziale. A parte la singolarità del percorso che viene presentato, pensiamo che possano essere realizzati percorsi simili, con le stesse caratteristiche multidisciplinari, in altre situazioni analoghe del nostro Paese.

### 2- Come procedere?

Riteniamo che possa essere adottato un **metodo di indagine che non nasconda la complessità del paesaggio e consenta di farne una lettura per porzioni (tematiche) interconnesse**, ma avente ciascuna le proprie caratteristiche problematiche. Una proposta di metodo di approccio particolarmente adatta al livello scolastico che ci interessa appare quella di L.Campanaro a cui ci siamo in parte ispirati. Il nostro approccio al territorio è stato articolato nei seguenti punti focali:

- scoprire le “forme” che lo costituiscono
- ricostruire almeno parte della sua storia passata soprattutto attraverso l’evolversi degli insediamenti umani
- cogliere i processi che vi avvengono attualmente e le caratteristiche di ciò che sostiene l’economia
- comprendere le interazioni che agiscono tra gli elementi che lo compongono

### 3- Ipotesi di percorso d’indagine

#### a) Introduzione- Presentazione e costruzione del contesto di senso (tempo circa 1 ora)

All’inizio della trattazione di ogni argomento è *indispensabile cercare di coinvolgere e interessare gli allievi all’apprendimento*. Nel caso nostro abbiamo pensato, ad esempio, di iniziare nel seguente modo: “Fin da piccoli siamo abituati a spostarci in macchina o con altri mezzi con i genitori, insieme ad amici di scuola e arrivare in vari luoghi, al mare, in campagna, in montagna, ma il gioco, la compagnia spesso ci distrae e non ci fa osservare ciò che offre il percorso, la bellezza del luogo in cui siamo....proviamo allora a rivolgere *intenzionalmente* il nostro sguardo un po’ intorno e a porci delle domande: *come possono essere descritte* le caratteristiche del luogo che attraversiamo? *perché* si presenta così?... Vicino a Firenze può esservi capitato di fare una scampagnata o di passare attraverso un territorio molto caratteristico, quello del Chianti: il nostro intento è quello di **imparare ad osservarlo** più da vicino, con attenzione, per cercare di comprenderne le sue particolari caratteristiche ...faremo delle scoperte interessanti”

Per coinvolgere concretamente gli allievi all’osservazione attenta del territorio abbiamo messo a punto una rappresentazione che *riporta i tratti salienti* (si tratta di una serie di foto scelte sul paesaggio del Chianti, in parte scattate dagli AA), che ne illustrano i molteplici aspetti: quello geografico costituito da una successione di colline, quello della sua antica storia (soprattutto castelli e borghi...), quello della copertura vegetale “naturale” e delle colture (vigneti e oliveti), quello dei prodotti dell’agricoltura che fornisce (vino, olio), quello delle acque che lo attraversano, degli insediamenti che lo costellano, quello delle fabbriche di “cotto”che lo caratterizzano,....<sup>2</sup>

Per affrontare il Chianti dal vivo occorre però che ci organizziamo e distribuiamo i compiti...

#### b) Il gioco di squadra: quali docenti sono coinvolti?

Il progetto è pluridisciplinare e coinvolge aspetti afferenti alle seguenti discipline:

-*geografia* (vari aspetti e caratteristiche del territorio del Chianti e di quella parte del territorio in cui ha origine il vino “Chianti classico”)

-*scienze naturali e sperimentali* (caratteristiche della copertura vegetale e della popolazione degli animali selvatici che lo abitano; alcune caratteristiche chimico-fisiche del suolo e del vino)

-*geologia* (prelievo del suolo, suo trattamento e elementi essenziali per la sua caratterizzazione)

-*tecnologia* (caratteristiche dei vigneti e degli oliveti; terra come materiale da costruzione: il “cotto” del Chianti; produzione di vino e olio)

-*storia/arte*: la storia essenziale del territorio e il suo sviluppo antropico attraverso gli insediamenti militari, civili e religiosi)

Abbiamo previsto il coinvolgimento di quattro docenti del consiglio di classe in cui viene realizzato il percorso: il docente di Scienze e Matematica, quello di Italiano e Storia, quello di Tecnologia e quello di Arte.

Il docente di Scienze si occuperà del paesaggio del Chianti nei suoi aspetti geografici e naturalistici: le colline e la loro copertura vegetale caratteristica, l’individuazione delle specie vegetali più frequenti, il suolo, i corsi d’acqua che lo attraversano, i laghetti collinari per l’irrigazione, gli animali che si incontrano più frequentemente e, infine, delle analisi del suolo e del vino; i docenti di Italiano - Storia e Arte si occuperanno degli aspetti storico artistici e dell’evoluzione degli insediamenti umani caratteristici (castelli, ville-fattorie, case coloniche,...); il docente di Tecnologia si occuperà

2. La presentazione “**Terra del Chianti**” (23 slide, 38,5 MB con: Paesaggi...castelli, abbazie, casali,...boschi, vigneti, oliveti, .....vino, olio,..terrecotte) è inviabile su richiesta agli autori.

della parte agronomica (dal vigneto al vino, dall'oliveto all'olio) e di utilizzazione della terra da parte delle fornaci del "cotto". Devono essere programmati incontri comuni di concertazione dei vari interventi e per l'esame dei risultati del lavoro.

Il gruppo di progettazione ha messo a punto alcune schede per docenti e per allievi per organizzare efficacemente il lavoro sul campo e in aula (alcune schede per il docente di Scienze, compreso un glossario con i termini botanici più utili per il riconoscimento di alberi e arbusti, una *chiave dicotomica* per il riconoscimento dei principali alberi e arbusti e una scheda sul vino; due schede per il collega di Tecnologia; una breve guida all'approccio storico artistico con alcuni esempi di documenti di approfondimento del possibile percorso per i docenti di Italiano-Storia e Arte). Le schede operative progettate per gli allievi sono molte: alcune sono inserite come esempi in **Appendice**. Ogni docente ha poi progettato in dettaglio il proprio specifico percorso.

In un incontro preliminare verranno definiti i compiti di ciascun docente e la tempistica di intervento prevista per ciascuno in modo da fornire agli allievi un'immagine pluridimensionale e progressiva, ma coordinata, dello sviluppo del percorso sul territorio. Lo sviluppo del percorso di Scienze richiede circa 15 ore, quindi un tempo-scuola di circa due mesi. La visita di una villa-fattoria e i prelievi di piante e suolo richiedono una gita di mezza giornata (preferibilmente a inizio Maggio). Il percorso sarebbe più completo se venisse effettuata una seconda uscita sul territorio per visitare un castello, un'abbazia e una fornace di "cotto" artistico. Lo sviluppo della parte tecnologica richiede, come quello della parte geografico-storico-artistica, tre-quattro ore per ciascun docente (sviluppare in parallelo a quelle di scienze).

**c) L'organizzazione per effettuare il lavoro "sul campo": da dove iniziare?** (docente di Scienze) (tempo previsto 2 ore)

Tra i molteplici aspetti del paesaggio che possiamo individuare e in risposta alle domande, curiosità, osservazioni degli allievi che durante il brain storming potrebbero emergere, abbiamo scelto di iniziare il nostro percorso occupandoci degli aspetti geografico-naturalistici.

a) si consegna ad ogni allievo una cartina della zona di indagine [**Appendice A1**], si illustrano le caratteristiche in modo che gli allievi si rendano conto della *posizione* del territorio rispetto alla Toscana e in particolare rispetto a Firenze. Si indica poi il percorso che abbiamo progettato con *un paio di sopralluoghi in zone opportune* (visionate in precedenza dal gruppo per individuare i luoghi dove effettuare le soste) per l'osservazione del bosco tipico del Chianti e il prelievo del suolo;

b) diamo alcuni suggerimenti su cosa si potrebbe osservare e fotografare e quale lavoro si potrebbe fare sul posto:

b1- osserviamo i vari aspetti del paesaggio (foto durante il viaggio) e breve descrizione (blocchetto appunti): il rilievo, la copertura vegetale, la presenza di acque, presenza di vita animale, attività umane e uso del territorio, borghi, castelli, ....

b2 – formazione di tre gruppi di lavoro per l'indagine naturalistica che si occupino rispettivamente di :

- Alberi del bosco (2 gruppi)
- Arbusti (3 gruppi)
- Suolo (1 gruppo)

Per fornire puntuali istruzioni di lavoro sono state messe a punto e presentate alcune **Schede operative** per il lavoro sul campo e precisamente:

- Scheda per l'osservazione e la raccolta di campioni degli alberi e degli arbusti (nella ricognizione della zona si decide quali alberi e arbusti di diverso tipo prendere in considerazione): fotografarli da posizioni diverse e prendere un rametto, delle foglie, dei fiori o frutti (se ci sono); introdurre il rametto tra due fogli di carta e inserirlo in una cartellina portainseriti trasparente numerata. Stesso procedimento per gli arbusti; scheda per il lavoro di riconoscimento in aula [**Schede in Appendice A 2**]

- Scheda per il prelievo di campioni di suolo. Per un'analisi anche semplice del suolo si devono prelevare almeno tre campioni abbastanza distanti (almeno una ventina di metri) mescolandoli tra loro; occorre un badile da campeggio, una paletta da giardinaggio e tre sacchetti con etichetta (meglio mescolarli al rientro a scuola); indicazioni per la determinazione di alcune caratteristiche del suolo [**Scheda in Appendice A3**]

- Scheda sulle caratteristiche generali del vino e sulla determinazione di alcune proprietà [**scheda in Appendice A4**]

Da ricordare agli alunni che con i lavori sul campo si raccoglie solo materiale.

**d) attività prevalenti delle aziende del territorio** (docente di Tecnologia, lezioni in parallelo) (tempo previsto 2-3 ore).

Com'è strutturata un'azienda vinicola e come funziona- Il vigneto, la vinificazione, il vino, la cantina. L'oliveto, le principali varietà di olivi nel Chianti, come si estrae l'olio e come si conserva.

Dalla particolare argilla presente in alcune zone del territorio...come si fabbrica il "cotto" dell'Impruneta?

Altre attività e piccola industria del territorio.

**e) breve storia del Chianti e aspetti caratteristici degli insediamenti presenti nel territorio** (docente di Italiano e Storia e docente di Arte) (tempo previsto 3-4 ore).

Nel quadro dello sviluppo storico del territorio ci si sofferma prevalentemente sul tipo di insediamenti prevalenti

## Leggere il paesaggio: alla scoperta del Chianti

che si sono imposti nel tempo: i castelli, le ville-fattorie (noi visiteremo una fattoria a S. Casciano Val di Pesa), le case coloniali e le relative forme di vita che li hanno caratterizzati e le caratterizzano ora.

### 4 - Effettuazione del lavoro sul campo: una mattinata in Chianti (due-tre docenti accompagnatori)

Con partenza alle ore 8,00 circa dalla scuola è previsto l'arrivo sul posto (ci sono piazzole per la sosta dell'autobus) alle 9,00 circa. I luoghi su cui fermarci sono due, vicini tra loro. Il lavoro sul campo è stimato in 1,5-2 ore (ore 11). Arrivo alla fattoria alle 11,30: visita dei vigneti e oliveti, visita delle cantine e breve spuntino in fattoria, tempo previsto 1,5-2 ore (circa ore 13). Rientro alla scuola. Al rientro l'insegnante raccoglie le foto scattate dagli allievi scaricandole sul computer.

Da consigliare agli allievi scarpe da ginnastica pesanti (o da trekking), vestiti sportivi semplici (!) e attrezzatura per l'indagine da compiere secondo le schede e concordate con l'insegnante.

### 5 - Lavoro in aula e/o laboratorio: studiamo i campioni prelevati (circa 2 ore)

Si prevede di dedicare due "lezioni" di un'ora al lavoro per gruppi per il riconoscimento di alberi e arbusti e per la preparazione del suolo per lo studio successivo (preparazione dell'essiccazione del suolo steso su fogli di giornale dopo aver rotto i grumi più grossi e tolto i sassi eventuali...).

Durante la seconda ora il gruppo suolo può effettuare alcune indagini chimico-fisiche sul terreno ancora fresco (acidità/basicità del suolo, permeabilità, ecc.) e gli altri gruppi proseguono e affinano il riconoscimento trascrivendo i risultati sul proprio quaderno di lavoro.

### 5a - Lezioni in compresenza (2 ore) A completamento dei rispettivi interventi sviluppati con lezioni in parallelo, si prevede almeno una-due lezioni in compresenza.

L'insegnante di Tecnica discute con gli allievi gli aspetti caratteristici dell'azienda visitata e le produzioni (vino e olio) che questa realizza e presenta le caratteristiche essenziali di vino ed olio.

### 6 - Completamento del lavoro, comunicazione dei risultati dei gruppi alla classe e prima sintesi (tempo 2 ore)

Se il lavoro sui campioni non è terminato si completa. Ciascun gruppo riferisce poi i propri risultati alla classe e gli altri alunni prendono nota dei risultati sul proprio quaderno di lavoro in modo che ogni allievo possa formarsi un quadro generale di tutto il percorso.

Tenendo conto di tutti i dati e delle foto scattate sul posto si mette a punto una prima sintesi degli aspetti geografico-naturalistici e culturali del territorio e una prima descrizione del paesaggio.

### 7 - Un insieme di fattori ha determinato col tempo un certo uso del territorio da parte dell'uomo (tempo 1-2 ore. Lezione in compresenza dei tre docenti)

L'interazione di diversi fattori nel tempo ha determinato l'uso del territorio da parte dell'uomo: l'andamento prevalentemente collinare (200-500 m), la natura del suolo (i cosiddetti galestri del Chianti classico), il clima e la coltivazione a vigneto (generalmente a rittochino) e a oliveto (a terrazze, a giropoggio): le foto raccolte o fatte vedere agli allievi evidenziano queste cose. Si conclude con una sintesi finale discutendo l'intero lavoro e scegliendo le foto più significative

### Verifica e valutazione

- Relazione scritta finale (strutturata per punti) su quanto abbiamo appreso (tempo 1 ora) con revisione collegiale
- Verifica scritta in classe (questionario a domande aperte) (1 ora)
- Esame dei quaderni di lavoro (sia per la parte teorica, sia per quella di indagine sul campo e di ricerca in classe/laboratorio)

### Documentazione dell'esperienza

Si prevede di realizzare un CD con la documentazione completa delle varie fasi del percorso fatto

### Bibliografia

- [1] F.Olmi, G.Cosenza, A.Pezzini- Di cosa son fatte le cose- *CnS- La Chimica nella Scuola*- n.4/2008, pp.62-84
- [2] D.Sorgente, F.Olmi-Eppur si muove...Diario di un percorso didattico sugli aspetti dinamici della Terra realizzato nella scuola secondaria di I grado-*Didattica delle Scienze*- n.262/2009, pp.12-21; n.263/2009, pp.9-15
- [3] A.Pezzini, F.Olmi- Un mondo di trasformazioni...trasformano il mondo- *CnS-La Chimica nella Scuola*, n.2/2011, pp.70-80
- [4] L. Campanaro, Leggere l'ambiente, leggere il paesaggio" *Le scienze naturali nella scuola*" n.35 (III 2008) pp.119-122
- [5] AA.VV. Luoghi d'Italia -"Il Chianti"- Octavo Ed. - Generalità sul Chianti (in particolare pp. 9-14)
- [6] G.Righi Parenti - La storia del Chianti- Polistampa Ed., 2005
- [7] E.Bosi, G.Magi - I castelli del Chianti - Bonechi Ed., 1977 (in particolare pp.11-21)
- [8] G.Valdes- Il Chianti- La natura, l'ambiente, la storia- Italcards Ed., Fi
- [9] R.Stopani, M.Carnasciali- La casa rurale nel Chianti- Salimbeni Ed., Fi, 1978
- [10] M.Castino, C. Saracco, A.Gozzelino- Guida pratica dell'enologo- Ed. Edagricole, Bo, 2003

## Sitografia

Guida per descrivere il bosco e classificare gli alberi  
<http://www.crestsnc.it/divulgazione/media/atlane.pdf>

Atlante delle foglie delle 50 specie arboree più diffuse nell'Italia Settentrionale continentale  
<http://www.crestsnc.it/divulgazione/media/chiave.pdf>

Parco Botanico del Chianti

<http://www.parcobotanico.it/ita/>

Esempi di chiave dicotomica

[http://www.calderini.it/hycald/demo\\_cd\\_ferrari/\\_private/dicotomiche.htm](http://www.calderini.it/hycald/demo_cd_ferrari/_private/dicotomiche.htm)

[http://scuolaguidobono.it/Documenti\\_docenti/Tavola%20dicotomica%20per%20piante.pdf](http://scuolaguidobono.it/Documenti_docenti/Tavola%20dicotomica%20per%20piante.pdf)

<http://scuolevenezialido.net/vpisani/alberi/chiave/index.html>

[http://www.monzaflora.net/elearning/moodledata/53/GRD\\_RIC\\_BAS\\_98\\_1.pdf](http://www.monzaflora.net/elearning/moodledata/53/GRD_RIC_BAS_98_1.pdf)

<http://www.parcocastelliromani.it/public/it/ente/doc/pubblicazioni/Quaderno%20di%20Campo.pdf>

Per le schede sugli alberi

<http://www.giardinaggio.it/giardino/Alberi/alberi.asp>

<http://www.piante-e-arbusti.it/index.htm>

<http://www.sentierinatura.it/EasyNET/Frameset.asp?Code=sentierinatura&Page=FormDOC&IDD=728&FROMSTART=TRUE>

<http://digilander.libero.it/alberitaliani/boschi/introduzione.htm>

Per alcune immagini in parte modificate:

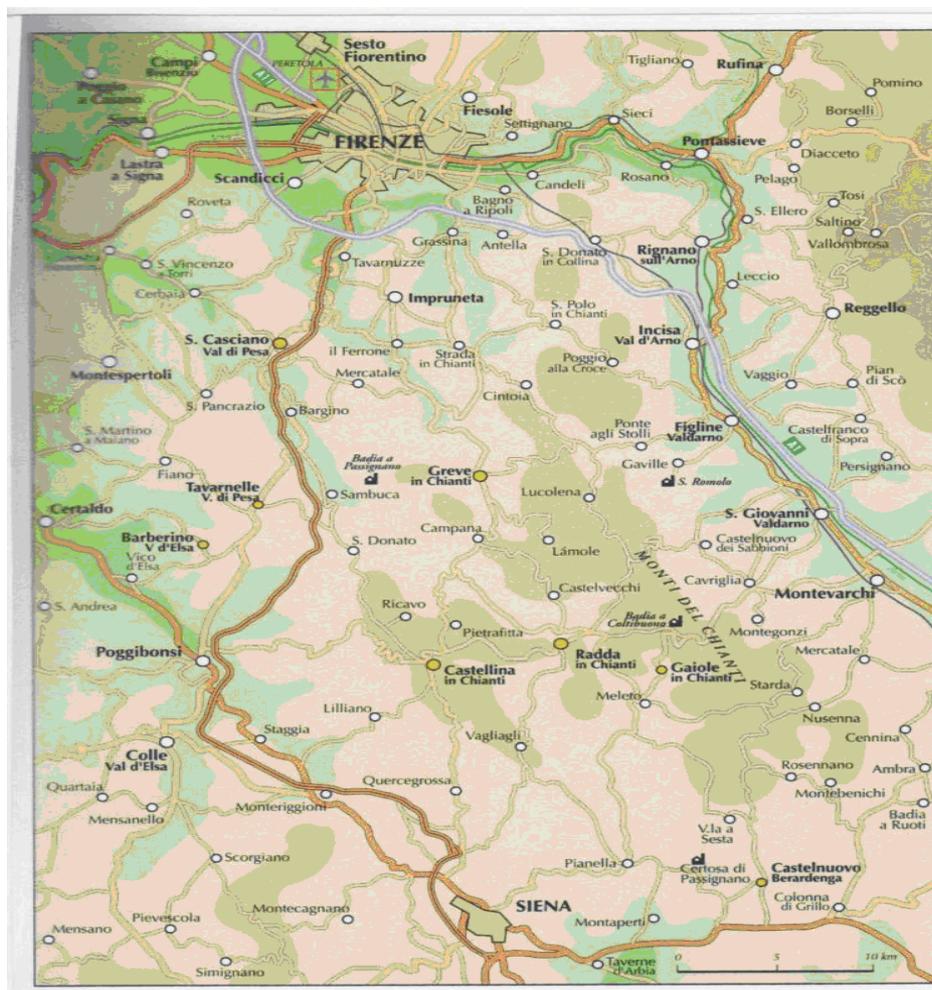
[http://www.funghiitaliani.it/botanica/morfologia3\\_foglie.html](http://www.funghiitaliani.it/botanica/morfologia3_foglie.html)

<http://www.robertogole.it/didattica/av1/documenti/foglia.asp>

<http://www.zulianivivai.it/it/rubrica/portamento.htm>

## APPENDICI

### A1- Carta della zona del Chianti e del territorio del vino Chianti Classico



Leggere il paesaggio: alla scoperta del Chianti

## A2 - Glossario- ALBERI E ARBUSTI e loro caratteristiche importanti

-**Alberi** . Si possono definire alberi quelle piante **legnose** che hanno un **fusto perenne**, ben definito rispetto all'insieme delle ramificazioni (che raggiunge un **diametro** di almeno di cm 5 all'altezza di circa m 1,5 da terra e raggiunge un'**altezza** di almeno m 5). I rami si sviluppano in alto sul tronco formando una chioma la cui forma è caratteristica della specie (portamento).

-**Arbusti**. Sono da considerare arbusti quelle piante **legnose** che si presentano **ramificate per lo più dalla base** (l'insieme dei rami predomina sull'asse principale). La pianta assume l'**aspetto cespuglioso** (variazione nelle condizioni ambientali possono ridurre le distanze tra queste due categorie di piante).

-**Caratteristiche più importanti da esaminare per l'identificazione di alberi e arbusti.**

Le caratteristiche più importanti da prendere in esame per l'identificazione di alberi e arbusti sono:

-**portamento e caratteristiche della corteccia,**

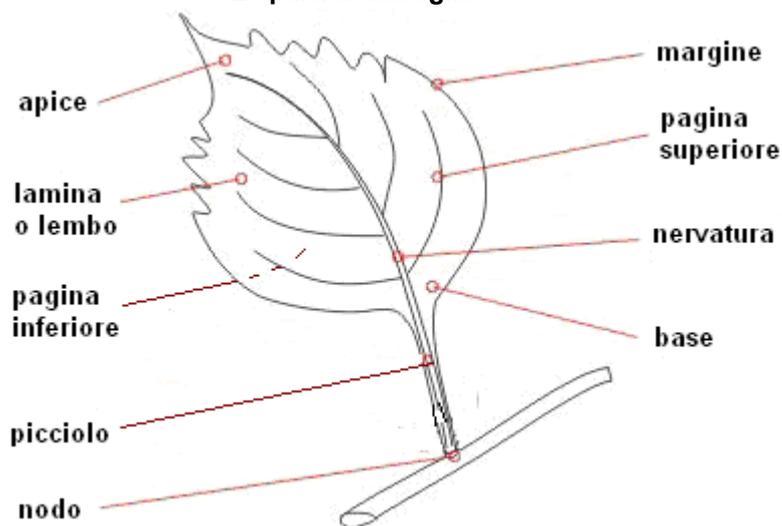
-**rametto con foglie**

-**fiori**

-**frutti**

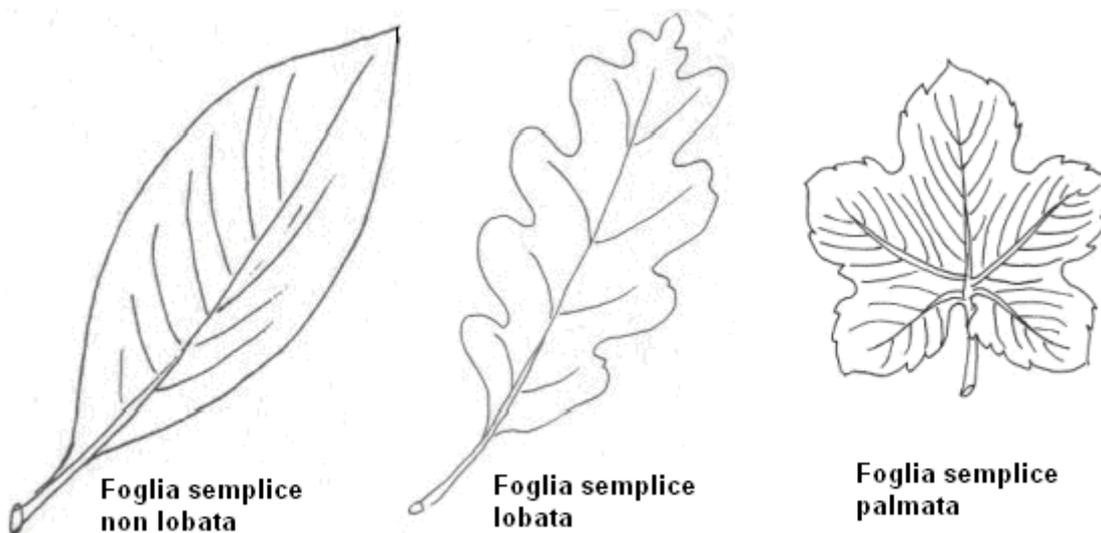
Poiché per il riconoscimento delle piante del Chianti (dato il periodo in cui si può effettuare il lavoro sul campo ci serviremo essenzialmente del portamento e delle caratteristiche delle foglie vediamo su questi elementi alcuni dettagli.

### Le parti della foglia



### Denominazioni delle foglie

**Foglia semplice:** foglia non suddivisa in foglioline.



**Foglia composta:** foglia formata da diverse foglioline disposte come le dita di una mano (a raggiera intorno ad un punto del ramo) o come le penne degli uccelli (ai lati del ramo).



**Foglia composta imparipennata**



**Foglia composta paripennata**



**Foglia composta palmata**

### La forma della foglia



**cuoriforme e ovata**



**ellittica e ovale**



**filiforme**



**lanceolata**



**aghiforme**

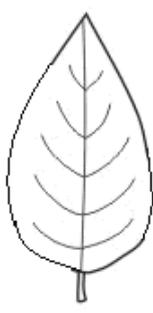


**squamiforme**

### Il margine



**ondulato**



**intero**



**dentato**



**seghettato**



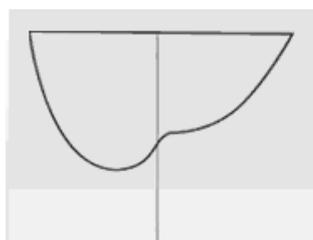
**lobato**

Leggere il paesaggio: alla scoperta del Chianti

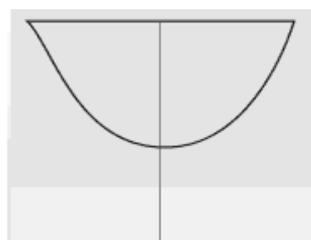
### Forme della base



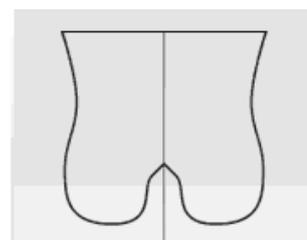
cuneata



asimmetrica



arrotondata



auricolata

### Inserzione delle foglie sul ramo



1



2



3



4

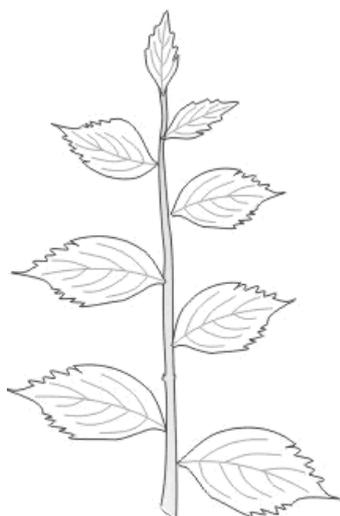
1 Foglia priva di picciolo (sessile).

2 Foglia provvista di picciolo più o meno lungo (picciolata).

3 Foglia che presenta delle foglioline rudimentali (stipole) situate nel punto di inserzione (stipolata).

4 Foglia in cui la parte basale (guaina) avvolge il fusto (guainante).

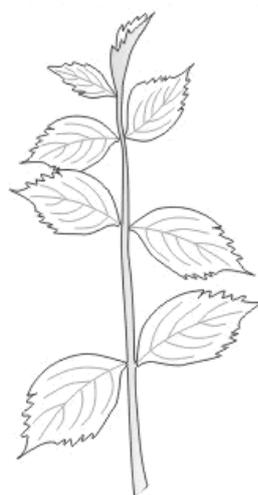
### Ordine in cui si inseriscono sul ramo



alterne



sparse



opposte



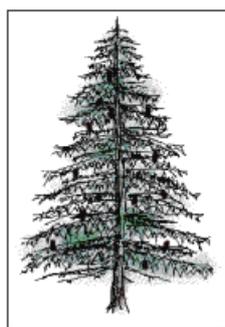
verticillate

**Foglie alterne e sparse:** inserite in punti diversi a formare una spirale.

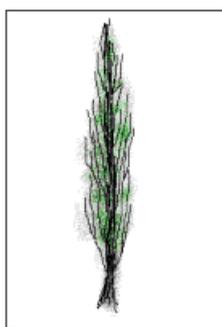
**Foglie opposte:** inserite a due a due alla stessa altezza, l'una di fronte all'altra.

**Foglie verticillate:** inserite alla stessa altezza.

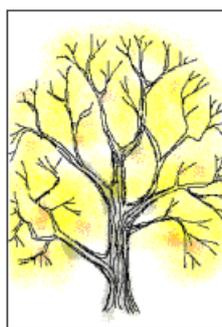
**Portamento:** comuni forme di piante isolate.



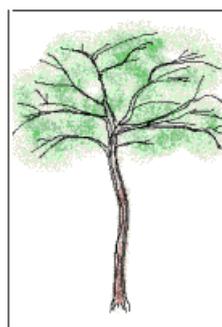
**Piramidale**



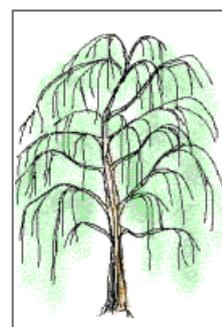
**Colonnare**



**Sferica**



**Ombrelliforme**



**Piangente**

**Piramidale:** chioma di sezione triangolare e tronco sviluppato in verticale.

**Colonnare:** chioma di forma ascendente con rami che si sviluppano paralleli e molto vicini al tronco.

**Sferico:** chioma di forma sferoidale e rami divaricati rispetto al tronco.

**Ombrelliforme:** chioma di forma sferoidale appiattita orizzontalmente, tronco in parte nudo.

**Piangente:** chioma di forma e rami inclinati verso il terreno.

### **A3 - Alcuni esempi di Schede di lavoro**

#### **Gruppo alberi e arbusti del bosco – Lavoro sul campo**

##### **Scheda C1 – Raccolta campioni**

*Materiale occorrente:*

- macchina fotografica
- forbici da potatura o forbici da cucina robuste
- 10-15 sacchetti piccoli numerati
- lente di ingrandimento
- blocchetto appunti e matita
- scotch

*Procedimento:*

- Fatta una ricognizione della zona assegnata per lo studio degli alberi e degli arbusti (fotografare l'inizio del sentiero, segni di riconoscimento sulla strada per eventuali successivi controlli) si scelgono quelli che, tra loro DIVERSI, ci appaiono più numerosi (rappresentativi) fino a quelli/quello di cui si scopre un solo esemplare.
- si fotografa l'albero o l'arbusto da almeno due direzioni per mettere in evidenza le sue caratteristiche generali e si fotografano anche alcuni dettagli (alcuni rametti con foglie ed eventuali fiori e/o frutti o altro...)
- si tagliano 1-2 rametti con foglie sane e con eventuali fiori e/o frutti
- si introduce il tutto in un sacchetto numerato chiudendolo con scotch<sup>1</sup>

Si ripete l'operazione per ciascun albero o cespuglio che vogliamo riconoscere

#### **– Lavoro in aula**

##### **Scheda C 2 – Riconoscimento e conservazione campioni**

###### **1) Riconoscimento degli alberi o arbusti**

*Materiali*

- Chiave dicotomica preparata
- Schede alberi o arbusti preparate
- Guida/e al riconoscimento degli alberi o arbusti<sup>2</sup>
- blocco appunti, lapis
- computer
- chiavetta con foto scattate

1. La chiusura del sacchetto viene fatta per trattenere l'umidità della pianta che la rende più "flessibile" alla manipolazione successiva; va tenuta in sacchetto una giornata.

2. Alcuni esempi : L. Fenaroli- Alberi d'Italia- Giunti Ed. Fi; A. Coombes – Alberi- ( Natura in tasca) Fabbri Ed. P.Zangheri- Il naturalista –Esloratore, raccoglitore,...VI ed. riveduta, Hepli Ed.

Leggere il paesaggio: alla scoperta del Chianti

E' consigliabile procedere al riconoscimento di alberi o arbusti dopo breve tempo dalla raccolta dei campioni (non più di una giornata in sacchetto). Per il riconoscimento si impiega la chiave dicotomica predisposta e le schede con le principali caratteristiche di vari alberi e arbusti<sup>3</sup>. Se restano dubbi si fa uso delle guide al riconoscimento.

### **Comunicazione dei risultati alla classe (1 ora)**

Quando i diversi gruppi (che svolgono il loro lavoro in parallelo) hanno terminato esami e riconoscimento deve essere previsto un momento in cui ciascuno dei tre gruppi di lavoro comunica i risultati alla classe: si può pensare di assegnare a ciascun gruppo un massimo di 15-20 minuti per la propria comunicazione. Gli allievi che ascoltano sono invitati a prendere nota sul proprio "quaderno di lavoro" delle cose più importanti che sono state dette dai compagni-relatori.

## **2) Conservazione di campioni di alberi e arbusti**

### *Materiali*

- fogli di giornale
- cartoncino bristol
- forbici robuste
- scotch trasparente
- cartellina plastica per raccoglitore ad anelli
- lapis, gomma
- torchietto per naturalisti (in alternativa alcuni piani di compensato o cartone robusto di dimensioni di un foglio A4 e oggetti pesanti per schiacciare il materiale, ad esempio una pila di libri)

Il procedimento è assai lungo e può essere distribuito a ciascun alunno un campione da trattare, preferibilmente come lavoro a casa.

Per conservare più a lungo i campioni prelevati, ciascun campione viene assestato in modo definitivo, dopo la conservazione iniziale in sacchetto (si tagliano rametti troppo spessi, si stendono bene le foglie e si etichetta su un rametto il campione), su uno strato di fogli di giornale (3-4 pagine); sul campione si mettono altrettante pagine di giornale, si dispone un nuovo campione ripetendo analoghe operazioni. Non impilare più di tre campioni. Ogni giorno, per almeno una settimana, si cambiano i giornali e si ricostruisce la pila pressata. Al termine il campione dovrebbe essere asciutto.

Si ritaglia un cartoncino bristol delle dimensioni adatte (un foglio A4) per essere introdotto agevolmente dentro un portainseriti trasparente, si fissa su di esso con lo scotch almeno un rametto con foglie e fiori o frutti lasciando in basso lo spazio per scrivere il tipo (ordine e specie) e le caratteristiche essenziali della pianta (almeno 3 righe): usare il lapis nella prima fase del riconoscimento e passare a penna dopo che si accertato la correttezza di esso.

Sul cartoncino bristol si può prevedere anche uno spazio per la fotografia dell'albero o arbusto.

Ripetere l'operazione per i campioni prelevati più significativi.

## **A4 - Alcuni esempi di Schede di lavoro**

### **- Gruppo suolo**

#### **Scheda A1 - Lavoro sul campo: raccolta del suolo e informazioni**

##### *Materiale occorrente:*

- badile da campeggio
- paletta da giardinaggio
- tre sacchetti con etichetta
- blocco per appunti
- penna
- macchina fotografica

##### *Procedimento:*

- si eliminano erba e detriti superficiali dal luogo prescelto per il prelievo (si scelgono tre siti ad almeno 20 metri l'uno dall'altro)
- si scava una buca di dimensioni all'incirca di 20cm x 20cm x 20 cm
- si prelevano verticalmente alcune fette di terra, una per ogni parete della buca e si mettono nella busta (circa 1 kg di campione per ogni buca, 3 kg in tutto)
- è utile effettuare fotografie del luogo prima e durante il campionamento.

Questo procedimento verrà effettuato in entrambe le soste, per cui complessivamente i campioni saranno due.

3. Le modalità con cui si procede al riconoscimento di alberi o arbusti, ecc. vengono date a parte

### Scheda a): Preparazione del campione

#### Materiale:

- 2 giornali tipo quotidiano
- setaccio con maglie da 2 mm
- contenitore per mettere il suolo setacciato

#### Procedimento

Al massimo il giorno dopo il campionamento (il terreno deve essere conservato in frigorifero nelle **buste chiuse**) si mescola il contenuto delle tre buste<sup>4</sup> dopodichè ogni campione si divide in due parti: una parte (un terzo circa del campione) viene lasciata nel frigorifero in busta chiusa; la seconda (due terzi circa del campione) viene stesa su carta di giornale (è necessario un giornale tipo quotidiano intero aperto) in uno strato sottile per 3-4 giorni: va rimescolata spesso, ogni mattina, e i grumi vanno sfatti delicatamente con le mani o con una forchetta senza danneggiare i granuli. Questo procedimento può essere effettuato dall'insegnante ma va mostrato agli alunni.

*(in questi giorni è intanto possibile effettuare le analisi sul terreno fresco)*

Quando il terreno è asciutto si setaccia, poco alla volta, con un setaccio con maglie da 2 mm: il materiale più fine di 2 mm passa dal setaccio, ed è quello che verrà utilizzato; il materiale più grossolano (sassi, rametti, pezzi di radici) rimane nel setaccio e si getta via.

### Scheda b): Determinazione del contenuto di acqua

#### Materiale

- terreno fresco (quello conservato in frigorifero)
- bilancia elettronica
- fornellino elettrico
- contenitore in alluminio
- spatolina
- treppiedi
- pinza di legno
- cucchiaio da minestra

#### Procedimento

Pesare il contenitore vuoto e segnare il peso.

Pesare almeno 40-50 g di suolo e segnare il peso preciso.

Scaldare il contenitore sul fornellino elettrico utilizzando il treppiedi per tenere il contenitore ad una certa distanza dal fornellino (circa 10 cm); mescolare continuamente con un cucchiaio da minestra allontanando spesso il contenitore dal fornellino per non fare alzare troppo la temperatura ed evitare la combustione dell'humus. Quando si vede che è asciutto fare freddare e poi pesare di nuovo.

Sottraendo il peso del terreno asciutto dal peso del terreno umido si ottiene il peso di acqua.

Gli alunni possono rappresentare il risultato con una figura geometrica composta da tanti quadratini quanto era il peso iniziale, colorando poi di marrone il peso asciutto e di azzurro la differenza di peso.

Questo procedimento si effettua per ognuno dei due campioni.

In questo modo il terreno perde l'acqua (che si chiama igroscopica) che si trova tra granulo e granulo: è l'acqua che viene utilizzata dalle piante prendendola attraverso le radici, e quindi questa misura ci dà la capacità del nostro terreno di fornire acqua alle piante.

### Scheda c): Determinazione della porosità

#### Materiale

- 50 ml di terreno asciutto setacciato di ciascun campione (volume apparente)
- 50 ml di sabbia marina lavata e asciugata
- acqua
- due cilindri da 100 ml
- bacchetta per mescolare

#### Procedimento

Si mettono in un cilindro 50 ml di suolo (si introduce senza comprimerlo); poi dall'altro cilindro si versano 70 ml di acqua. Dopo aver agitato si lascia riposare per 5 minuti, in modo da permettere all'aria di fuoriuscire e all'acqua di occupare il suo posto. Si segna quale è il volume finale ottenuto, quindi si calcola la porosità del terreno:

porosità del terreno = 120 ml – vol. totale finale

4. Per limitare il tempo delle prove successive, può essere vantaggioso riunire addirittura tutti e due i campioni dei prelievi e trattarne poi uno solo (di circa 3 Kg)

Leggere il paesaggio: alla scoperta del Chianti

Questo valore, anche se non è espresso in percentuale, è confrontabile tra i due campioni, e permette di valutare se ci sono differenze di porosità tra i due siti di campionamento.

Inoltre si effettua lo stesso procedimento su un campione di sabbia marina e si confronta.

#### **Scheda d): Determinazione della permeabilità**

##### *Materiale per un gruppo*

- 200 g circa di terreno fresco di ciascun campione
- 200 g circa di sabbia marina lavata e asciugata
- acqua
- due cilindri da 100 ml
- imbuto di diametro di almeno 10 cm
- carta da filtro
- un cronometro o orologio con i secondi

##### *Procedimento*

Si mette la carta da filtro dentro l'imbuto e si bagna. Si mette il terreno nell'imbuto e si posiziona l'imbuto su uno dei due cilindri, poi si versano 100 ml di acqua.

Si può vedere quanta acqua è passata dopo 5 minuti.

#### **Scheda e): Determinazione del pH**

##### *Materiale*

- 25 g di terreno asciutto setacciato
- un beker
- 100 ml acqua distillata (pH=7)
- cartina indicatrice universale
- contagocce o bacchetta

##### *Procedimento*

Mescolare il terreno con l'acqua, agitare bene, coprire con pellicola trasparente da cucina.

Il giorno dopo determinare con la cartina il pH del liquido sovrastante, mettendo una goccia d'acqua sopra la cartina con il contagocce o la bacchetta.

Le piante sono sensibili al pH del terreno, alcune vivono meglio in terreni a pH acido, altre in terreni a pH basico.

I lupini spontanei, le eriche, il faggio, il mirtillo si trovano su terreni acidi. Invece le graminacee la liquirizia e altre leguminose preferiscono suoli basici (solitamente calcarei).

Ci sono anche piante spontanee indifferenti al tipo di suolo e che possono ritrovarsi indifferentemente sia su suoli acidi sia su suoli basici, come il rosmarino.

## **A5 - Alcuni esempi di Schede di lavoro**

### **Scheda E – Facciamo la conoscenza del vino**

#### ***Che cos'è il vino***

Il vino è il liquido che si ottiene mediante un complesso processo, in parte biologico e in parte chimico (fermentazione), dell'uva spremuta (mosto). Quando si vendemmia, vengono tolti i raspi dai grappoli (diraspatura) e i chicchi d'uva si spremono con apposite macchine ottenendo il mosto. Questo è un liquido zuccherino (lo zucchero dell'uva si chiama glucosio) che viene messo a fermentare in appositi recipienti e, dopo alcuni giorni, si trasforma in vino, soluzione essenzialmente di acqua e alcol ma contenente moltissimi altri composti (se ne contano più di 600!).

La fermentazione è una trasformazione dello zucchero d'uva in alcol (alcol etilico) compiuta da un microrganismo (lievito: *Saccaromices ellipsoideus*); durante la fermentazione si forma una notevole quantità di gas del tipo di quello che emettiamo nella nostra respirazione (biossido di carbonio) e il liquido si riscalda. Al termine della fermentazione, che dura alcuni giorni, il vino viene raccolto separandolo dalle bucce e da eventuali raspi residui che insieme costituiscono le vinacce.

#### ***Vino e alimentazione***

Si sente dire che "il vino fa sangue" oppure che "un bicchiere di vino fa bene alla circolazione". Queste affermazioni sono ovviamente da valutare. I risultati di molte ricerche hanno accertato che il vino è molto ricco di una sostanza

(resveratrolo) che nell'uomo produce un benefico effetto sulla circolazione (abbassa il colesterolo<sup>5</sup>) ma produce anche un marcato "affaticamento" del fegato. In altre parole, la parte alcolica del vino passa direttamente dallo stomaco (circa 20%) e dal primo tratto dell'intestino, il duodeno (circa 80%), al sangue senza essere demolito a sostanze più semplici (digerito). Arriva così direttamente al fegato e solo in questo avviene la sua "demolizione" (metabolizzazione): ciò può compromettere alla lunga la funzionalità dell'organo. Viene data l'indicazione di evitare l'assunzione di vino, soprattutto in giovane età, e che una persona adulta in buona salute non ne assuma più di mezzo bicchiere a pasto (circa 100 ml) e non beva vino a stomaco vuoto.

### ***I giovani e il vino***

Oggi i giovani bevono molto meno vino che in passato: il consumo in Italia è passato dagli anni '70 ad oggi dai 110 litri a testa per anno agli attuali 48 litri; si è più che dimezzato. Aumenta progressivamente il consumo di birra. Il vino viene consumato soprattutto da adulti, i giovani sembrano essere più attenti che in passato alla qualità del vino, preferendo berne poco ma di buona qualità. Dobbiamo tuttavia ricordare che mentre l'organismo "accetta" senza conseguenze un uso moderato di vino (vedi sopra), il suo abuso determina l'alcolismo che costituisce una malattia sociale e va prevenuta e contrastata. Chi apprezza veramente il vino conosce bene il modo con cui rapportarsi ad esso: gli "appassionati" di vino non sono mai alcolisti.

Quali sono quindi i fattori che contraddistinguono coloro che lo sanno apprezzare e quelli che ne abusano? Si tratta di cultura e conoscenza: l'educazione, intesa come conoscenza di qualcosa nel giusto rispetto e apprezzamento, è il fattore che consente di determinare il miglior rapporto con il vino; la disinformazione è sempre e comunque un danno. "Il vino è una cultura che appartiene a decine di popoli nel mondo, è un patrimonio dell'umanità e dell'espressione dell'ingegno umano...cerchiamo di rispettarlo e il rispetto, prima di tutto, significa non abusarne"

Inoltre dobbiamo tenere presente che è bene assumere vino solo dopo il periodo della adolescenza poiché prima non si sono ancora sviluppate completamente nell'organismo le sostanze necessarie a metabolizzarlo.

### ***Il vino e le sue principali caratteristiche***

Il vino costituisce il principale prodotto del territorio Chianti e coinvolge l'attività di centinaia di aziende agricole. Esso rappresenta ancora la principale bevanda del nostro Paese.

Oltre all'acqua e all'alcol etilico contiene altre numerose sostanze: acidi, sali e diverse sostanze coloranti e aromatizzanti che gli conferiscono caratteristici colori e profumi.

Con metodi semplici è possibile individuare alcune delle principali caratteristiche del mosto e del vino.

### ***Il mosto e il riconoscimento dello zucchero***

Si può provare la presenza dello zucchero d'uva (glucosio) nel mosto trattando questo con una soluzione, disponibile in commercio (soluzione di Fehling A e B), e scaldando: la presenza di glucosio provoca la formazione nel mosto di un solido rosso-arancio.

#### ***Modo di operare***

Si preparano 4 provette che verranno distinte (con pennarello vetrografico) con le sigle: B bianco, S Standard, CM campione mosto, CV campione vino.

Poniamo nella provetta B 5 ml di acqua del rubinetto; nella provetta S poniamo 5 ml della soluzione ottenuta mescolando a parte 5 ml di acqua del rubinetto con 0,5 g di glucosio, lo zucchero d'uva. Nelle provette CM e CV mettiamo rispettivamente 5 ml di mosto e 5 ml di vino.

Successivamente si aggiungono a ciascuna provetta 2 ml di reattivo denominato "A" e 2 ml di reattivo "B" e si scalda moderatamente su piastra elettrica.

Nel "bianco" (il nostro controllo), non avviene alcun mutamento di colore; nello standard (che contiene il glucosio da noi introdotto) il colore diventa decisamente arancio. Nel campione di mosto il cambiamento di colore verso l'arancio mostra la presenza di glucosio. Se nel campione di vino lo zucchero è assente (in genere una piccola quantità è presente) non si osserva alcun cambiamento di colore.

### ***Determinazione del grado alcolico (% di alcol nel vino)***

Si può risalire alla determinazione dell'alcol nel vino sfruttando una proprietà delle soluzioni, misurandone la temperatura di ebollizione. È noto che l'acqua bolle a 100°C a pressione atmosferica normale (76 cm di mercurio); il vino, che contiene alcol la cui temperatura di ebollizione è circa 78°C, bolle ad una temperatura sempre più bassa dei 100°C quanto più alcol contiene: è dunque possibile misurare la temperatura di ebollizione del vino e da questa risalire al contenuto di alcol.

5. Si tratta di un composto chimico assai complesso che si trova in tutti i tessuti; è presente anche nel sangue ma se in esso è presente in quantità eccessiva rende più difficoltosa la circolazione ed innalza la pressione.

Leggere il paesaggio: alla scoperta del Chianti

#### *Procedura*

Si pone 100-150 ml di vino in beuta da 200-250 ml inserendo alcuni piccoli frammenti di marmo per regolare l'ebollizione; si tappa la beuta con tappo a due fori in cui in uno è inserito un termometro e nell'altro un lungo tubo di vetro (di almeno 100-120 cm e diametro di 0,5-0,7 cm) per raffreddare i vapori e farli ricadere nel liquido. Il termometro digitale (prec.0,1°C) deve misurare la temperatura del liquido e pertanto deve esservi immerso. Si scalda su piastra elettrica e si legge la temperatura di ebollizione. Da questa si risale al contenuto in alcol consultando apposite tabelle <sup>6</sup>.

#### ***Determinazione del pH***

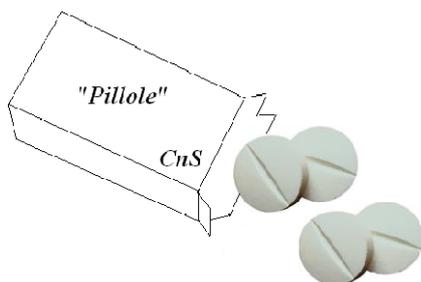
Abbiamo già incontrato il pH quando ci siamo occupati delle soluzioni e delle loro caratteristiche. Il vino è un liquido acido e il suo pH oscilla tra 2,9 e 3,5 (sono presenti diversi acidi in soluzione).

Si può determinare approssimativamente questa acidità con la cosiddetta "cartina universale" (errore  $\pm 1$  unità pH) oppure usando cartina indicatrice di precisione (multicolore, Riedel de Haen) capace di dare il decimo di unità pH.

Introdotta in un bicchiere il vino in esame, si preleva con una bacchetta di vetro una goccia e si deposita sulla cartina: si lascia asciugare e si confronta il/i colore/i con quello/i riportati sulla confezione della cartina.

---

6. Poiché dette tabelle non sono facilmente reperibili, l'insegnante può costruirsi una curva di taratura % di alcol/Teb. miscela determinando la temperatura di ebollizione di almeno 3-4 miscele acqua/alcol (ad esempio con 5,10,15,20% di alcol etilico assoluto).



Q  
a  
n  
t'  
a  
l  
t  
o

## EduTech

### **3 GIORNI PER LA SCUOLA Salone della Scuola Digitale Città della Scienza – Napoli**

Città della Scienza annuncia la promozione di una nuova iniziativa in favore del mondo scolastico: Tech-Salone della Scuola Digitale, manifestazione ideata nella linea 3 Giorni per la Scuola e interamente dedicata alle nuove tecnologie e ai contenuti digitali per la didattica.

La 3 Giorni per la Scuola, che nel 2012 giungerà alla sua X edizione, ha infatti raggiunto un'adesione e un consenso ampio che ne richiede l'estensione oltre il periodo di metà ottobre che annualmente occupa: ecco quindi nascere l'idea di Tech, l'evento primaverile che ogni anno si proporrà alla Scuola come luogo di ricerca-azione sul tema dell'innovazione tecnologica.

#### **Ufficio Scolastico Regionale per la Campania**

- Tech è articolato in due momenti, tra loro interconnessi, secondo un format ampiamente sperimentato: una vasta area espositiva, che rappresenta la vetrina in cui osservare, conoscere e sperimentare le innovazioni tecnologiche proposte, e una serie di seminari di approfondimento scientifico e metodologico.
- Tech chiama a raccolta dirigenti scolastici, docenti, associazioni degli insegnanti e dei dirigenti, Istituzioni, Enti Locali, Università, Enti di ricerca, luoghi dell'educazione non formale e imprese. L'area espositiva sarà il luogo in cui realizzare incontri, laboratori aperti e approfondimenti in cui docenti, dirigenti scolastici, studenti e gli altri operatori interni ed esterni al mondo della Scuola potranno incontrare in modo coinvolgente ed attivo la tecnologia.
- Tech risponde al bisogno della Scuola e delle Istituzioni di trovare un momento di incontro e confronto a livello nazionale sul tema delle tecnologie didattiche: un'occasione che sia un'opportunità di visibilità per i prodotti più innovativi e contemporaneamente uno stimolo ad un approccio critico all'utilizzo delle nuove tecnologie didattiche, nella prospettiva di un effettivo miglioramento della qualità dell'insegnamento/apprendimento nella Scuola italiana.

**Coordinamento a cura di  
Fondazione Idis-Città della Scienza  
Ufficio di Innovazione Didattica e Comunicazione Scientifica  
Via Coroglio, 104  
80124 Napoli  
Tel 081.7352.205**

**Luigi Campanella**

# JIGSAW su bilanciamenti e nomenclatura: *il Cooperative Learning applicato ad argomenti di Chimica nella Scuola Secondaria Superiore*

**Marina Scandola**

Docente di Chimica presso ISSS 'm.o. Luciano Dal Cero' San Bonifacio (Verona)  
e-mail: scandolamarina@libero.it

## Riassunto

Si propone una attività pratica realizzata in classe (con alunni di 3° e 5° Liceo Scientifico Tecnologico) sulle Formule chimiche inorganiche, Bilanciamento delle reazioni e Nomenclatura.

Si presenta la 'progettazione' e la 'realizzazione'; vengono specificate le varie 'fasi' e la 'consegna'; si riportano anche le considerazioni scaturite durante e dopo lo svolgimento, oltre ai processi attivati negli studenti.

## Abstract

A practical activity for students of Scientific Liceum is described. The topics are: inorganic chemical formula, balancing equation and nomenclature. Planning and procedures are reported with reference to steps and tasks. Opinions coming out during and after the develop of the topic are reported in addition to the different abilities involved.

*keywords:* jigsaw, cooperative learning, balancing equation

**Parole Chiave:** jigsaw, cooperative learning, bilanciamento

## Introduzione

### L'idea

L'idea di provare a creare una attività 'diversa' nacque dopo la partecipazione ad un Convegno sul 'Cooperative Learning' [1], in cui il prof. Comoglio sottolineò che '*non c'è un metodo, una ricetta, ma che si deve **adattare** alla propria realtà (alla propria disciplina ed alla propria classe)*'.

Durante questo congresso furono organizzate anche attività (workshop) in cui si partecipava attivamente a situazioni di cooperative learning; una di queste sessioni parallele era dedicata all'apprendere insieme con il JIGSAW. In quell'occasione ci fu spiegato che il termine JIGSAW significava 'gioco ad incastro' ma non ci furono date molte altre informazioni se non alcune consegne: mi fu assegnato un ruolo e durante la realizzazione capii che stavo impersonando la parte dello studente.

Qualche anno prima frequentando un corso di specializzazione (SISS, Veneto [2,3]), si era presentata l'occasione per conoscere ed approfondire alcune delle tecniche cooperative applicabili ad un insegnamento secondario e ricordavo che non esisteva un'unica versione di cooperative learning ma molte posizioni interpretate da autori diversi [F.Tessaro pp. 188-189]. Avevo creato ed utilizzato uno 'studio di caso' durante il tirocinio SISS: l'organizzazione era stata laboriosa ed aveva impegnato gli alunni per alcune lezioni [3b]. Non avevo più cercato di creare una attività per una classe 'mia'. Nello stesso corso SISS, durante le lezioni di 'Processi e metodologie dell'insegnamento' [L Passuello, 4a], era stato spiegato che il Cooperative Learning era una strategia di conduzione della classe che puntava al **dialogo**, alla **dimensione sociale** della conoscenza: da una educazione individualistica si passa ad una visione di **cooperazione**. Ci deve essere una **interdipendenza**, ma positiva, cioè si deve realizzare una responsabilità reciproca. Inoltre ci fu indicato che doveva essere chiaro anche il **perché** si attua il Cooperative Learning: perché l'apprendimento sia **significativo** [4b]. Un apprendimento significativo può essere acquisito per ricezione (quando una conoscenza organizzata viene presentata all'allievo ed egli la collega con quella già disponibile) oppure acquisito per scoperta (la conoscenza è acquisita da parte dell'allievo in maniera autonoma ed egli la collega con quella già disponibile) [4c].

Il convegno sul Cooperative Learning si svolse all'inizio di settembre quindi poco prima dell'inizio dell'anno scolastico. Con nuove idee e fresche esperienze di workshop provai a realizzare una attività per le classi che mi furono assegnate. Pensai di iniziare con uno scopo 'semplice':

- per creare un'occasione di **cooperazione**
- per affrontare un **argomento noioso** ed **ostico** per gli alunni
- per un **ripasso** (di inizio anno o in altro momento).

Andai quindi a rivedere alcuni appunti ed a leggere qualche testo relativo all'argomento (con consigli pratici sulla realizzazione); feci riferimento a quanto consigliato da Comoglio e Sharan [5,6]:

- a) organizzare bene l'attività (scrivere in dettaglio gli argomenti e la sequenza delle operazioni, preparare il materiale per gli studenti, prevedere il tempo che gli alunni impiegheranno per l'attività),
- b) non 'copiare' qualcosa di fatto da altri senza pensare bene alla vostra situazione,
- c) meglio se lavorare in due (due docenti della stessa disciplina e classi parallele, oppure una classe ma due docenti di materie diverse, con un argomento interdisciplinare),
- d) iniziare con qualcosa di semplice,
- e) non scoraggiarsi per un iniziale insuccesso,
- f) riprovare.

Il positivo ricordo dell'attività di workshop sull'apprendere insieme con il JIGSAW mi stimolò ad un approfondimento: il termine JIGSAW (lett. *puzzle, pezzi irregolari con cui ricomporre una figura, un disegno*) è preso dal nome dato ad una attività in 'cooperative learning' in cui ad ogni studente (o gruppo) viene assegnata una parte di un argomento ampio ed ognuno partecipa, con il suo lavoro, per creare un 'tassello' del puzzle finale. (Jigsaw Classroom, Elliot Aronson, 1970 [7]).

Provai quindi a creare e realizzare un JIGSAW scegliendo come argomento il bilanciamento delle reazioni chimiche.

### La realizzazione

L'attività fu realizzata, in pratica, per la prima volta qualche anno fa (all'inizio dell'anno scolastico): fu proposta agli alunni la 2° ora di lezione dell'anno scolastico per ripassare alcuni argomenti dell'anno precedente. La risposta degli alunni non fu entusiasta.

Si provò a realizzare una simile attività (stessa organizzazione ma con diverso tipo di esercizi) un mese dopo con due classi 5°: non ci fu un buon rispetto dei tempi e forse non si riuscì a coinvolgere gli alunni: forse non erano abituati a questa modalità di svolgimento di esercizi e forse la ritenevano 'un gioco per ragazzini'.

Ricordai che durante il congresso sul cooperative learning [1] era stato detto che è difficile lavorare con studenti delle Superiori perché gli alunni hanno già degli stereotipi (nelle relazioni fra di loro e nell'idea che hanno dell'insegnante). L'ideale è il primo anno della scuola Primaria, o comunque il primo della Secondaria inferiore e superiore, quando gli studenti si aspettano qualcosa di nuovo dall'insegnante e dalla scuola.

Fu provato nuovamente l'anno successivo perché mi era stata assegnata un'ora di supplenza in una mia classe (una classe 3°): gli alunni non avevano il testo di Chimica e non si poteva certo dire '*studiate per l'ora successiva o fate i compiti per domani*' come è prassi quando si ha una supplenza improvvisa in una classe sconosciuta. Si pensò di 'ri pescare' quel 'JIGSAW su bilanciamenti e nomenclatura' (preparato giusto un anno prima) perché nelle precedenti settimane era stato trattato l'argomento ed alcuni alunni erano ancora in difficoltà (avevano già chiesto un HELP): è stato un successo!

I ragazzi sono rimasti 'sorpresi' dalla proposta di un 'gioco': una breve attività a coppie (due esercizi), seguita da un completamento in gruppo più numeroso ha prodotto il risultato voluto: 20 reazioni scritte e bilanciate, totale partecipazione, coinvolgimento ed attenzione fino al suono della campanella! Si sono fermati solo quando mi sono alzata ed ho aperto la porta dell'aula: era la ricreazione!

### Parte sperimentale

Si prepara un numero di reazioni pari al numero degli studenti (ad esempio 30) (metà scritte con le formule brute, metà solo con il nome dei composti) ed un uguale numero di cartoncini (30) con riportato su ognuno un numero (da 1 a 30)

#### FASE 1:

- Si distribuisce 1 cartoncino ad ogni studente e si formano coppie (anche i compagni di banco) gruppi 1-2, 3-4, 5-6, 7-8, etc.
- Si assegna la consegna 1° (che ognuno deve scrivere sul suo quaderno):
  - Consegna 1°:
    - Bilanciare, in coppia, le reazioni corrispondenti al proprio numero.
    - Scrivere la formula dei composti e bilanciare
    - Di ogni sostanza indicare: la Classe di appartenenza (ossidi, idrossidi, etc)
    - Leggere la reazione bilanciata utilizzando la Nomenclatura IUPAC o TRADIZIONALE (ed i termini: atomo, molecola)
- Ad ogni coppia si consegnano 2 reazioni stampate: una con le formule e l'altra con i nomi;

TEMPO per svolgere il compito: 10 minuti.

## JIGSAW su bilanciamenti e nomenclatura

### FASE 2:

- Si formano 2 gruppi: quelli con gli alunni con i numeri DISPARI e quelli PARI  
GRUPPO PARI: 2, 4, 6, 8, 10..... GRUPPO DISPARI: 1, 3, 7, 9, 11.....
- Si assegna la successiva consegna (scritta alla lavagna nei 10' precedenti)

#### Consegna 2°:

- *Ognuno riferisce agli altri del gruppo l'esercizio che ha svolto e come lo ha risolto (ognuno riferisce le due reazioni che ha svolto con il compagno durante la fase 1).*
- *Tutti scrivono quanto ascoltano.*
- *Alla fine ognuno avrà 30 reazioni scritte nel quaderno.*
- *Se non si termina nel tempo concesso si completa a casa.*  
*(stimolo al rispetto dei tempi)*

TEMPO: 20 minuti

Nel frattempo l'insegnante scrive alla lavagna le reazioni assegnate e le soluzioni con l'accortezza di farlo solo dopo che gli studenti le hanno scritte sui loro quaderni e corrette in gruppo.

FASE 3: Si riformano le coppie: ogni alunno confronta con il compagno quanto riportato. (la fase 3 è facoltativa, dipende dal tempo a disposizione)

A CASA: ognuno ricopia e riordina le reazioni

### **Elaborazione dei dati**

L'attività è stata proposta più volte negli anni successivi: normalmente una volta l'anno per ogni classe.

Sono state sperimentate alcune varianti:

- a) scrittura delle reazioni alla lavagna all'inizio (o presentazione di tutte le reazioni con un lucido oppure usando una schermata della LIM, dipende dall'evoluzione della tecnologia e dalla disponibilità scolastica). E' meglio toglierle e non lasciarle a disposizione per tutto il tempo del lavoro, altrimenti nella fase 2 può avvenire che qualcuno, invece di aspettare la dettatura del compagno, si giri verso la lavagna e, semplicemente, copi il testo.
- b) Invece che semplici reazioni con bilanciamento di massa, proposte alle classi iniziali dei corsi, si sono sperimentate reazioni redox con bilanciamento ionico, un argomento non molto gradito agli studenti ed ostico.

### **Considerazioni e Conclusioni**

Osservando il comportamento degli alunni durante questa attività, si pensa che si siano attivati alcuni processi ed acquisite delle abilità:

- costruzione di capacità di relazioni interpersonali (abilità sociali)
- conoscenza e fiducia (gli uni degli altri)
- miglioramento dell' autostima non solo attraverso un migliore apprendimento ma anche per la sensazione di essere rispettati e di 'essere importanti' per gli altri (*i compagni ascoltano la 'tua' proposta e tu sei 'sicuro' del risultato che stai dettando (fase 2°) perché scritto precedentemente con lavoro in gruppo 'ristretto' (fase 1°)*)
- maggiore disponibilità ad accettarsi e sostenersi a vicenda (anche da parte di chi preferisce lavorare da solo)
- capacità di ascolto e di espressione (fase 2°)
- risoluzione autonoma dei 'conflitti' in maniera costruttiva (*all'interno del gruppo allargato, fase 2°*)
- partecipazione attiva al processo di apprendimento acquistando esperienza e migliorando la comprensione dell'argomento di studio.

#### Considerazioni (dell'insegnante e degli alunni) scaturite durante e dopo lo svolgimento

La 1° attività non è stata un successo: gli alunni non erano molto interessati, forse per la limitata esperienza del docente come 'regista'.

La 2° e la 3° esperienza sono state più coinvolgenti.

Sono state notate 'curiosità e sorpresa' negli studenti (se l'attività è realizzata durante un'ora di 'supplenza').

L'interesse è maggiore se l'attività è prossima ad una 'verifica'.

Si crea 'aspettativa' fornendo gradualmente le informazioni.

#### Conclusione

Non si è mai spiegato il significato della parola JIGSAW e pochi studenti conoscono il termine inglese. Se non viene chiesto da qualcuno di loro, per innata curiosità, si è provato a proporre agli alunni di pensare allo scopo del lavoro e di riparlare la lezione successiva; molto spesso viene compreso, senza bisogno di spiegazioni che:

viene ricomposto un 'puzzle' e gli alunni sono stati gli attori che hanno creato i 'pezzi irregolari con cui ricomporre una figura, un disegno'.

In tal modo la scoperta del termine Jigsaw è una sorpresa.

L'esperienza didattica è stata proposta ad altri colleghi, anche di discipline non scientifiche ed è in corso di sperimentazione.

Personalmente ritengo che avere a disposizione varie metodologie didattiche e provare a sperimentarle possa rendere più interessanti le lezioni e creare aspettativa e curiosità negli alunni.

### **Bibliografia**

- [1] *Il Cooperative Learning nella società complessa - Convegno Nazionale*, Bardolino (Verona), 6-8 settembre 2006
- [2] F.Tessaro, *Metodologia e didattica dell'insegnamento secondario*, Armando, Roma, 2002
- [3] a) Michelon et al., *Tirocinio e Ricerca nell'indirizzo Scienze Naturali della SSIS Veneto – Biotecnologie in comunicazione*, Formazione & Insegnamento, PensaMultiMedia, Lecce, 2004, 1/2  
b) M.Scandola, M.Martini, *ibidem*, pp313-373
- [4] a) L.Passuello, *Processi e metodologie dell'insegnamento* Corso SSIS Veneto (VR) 2003-2004  
b) J.Novack, *L'apprendimento significativo*, Erickson, Trento, 2001, pp 31-32  
c) W.L.Goodwin, H.L.Klausmeier, *Facilitating Student Learning: an introduction to educational psychology*, Harper & Row, New York, 1976, p.187
- [5] M.Comoglio, *Educare Insegnando – Apprendere ad applicare il cooperative learning*, LAS, Roma 1999
- [6] Y.Sharan, S. Sharan, *Gli alunni fanno ricerca - L'apprendimento in gruppi cooperativi*, Erickson, Trento, 1998
- [7] E. Aronson, *Jigsaw Classroom* (1970) [www.jigsaw.org](http://www.jigsaw.org)

# Conduttanza molare di soluzioni elettrolitiche: le acque minerali§ Parte II.

## Correlazione tra composizione chimica e conduttanza specifica

Franco Calascibetta, Giuliano Moretti\*

Dipartimento di Chimica Sapienza Università di Roma Piazzale A. Moro, 5 - 00185 Roma

\*giuliano.moretti@uniroma1.it

### Riassunto

Prendendo in esame acque minerali commerciali, per le quali molte grandezze chimico-fisiche sono riportate sulle loro etichette, è possibile studiare per tali soluzioni la correlazione tra natura e concentrazione degli ioni e la conduttanza specifica, e tra il rapporto  $[CO_2(aq)]/[HCO_3^-]$  ed il pH. Altre grandezze chimico-fisiche e dati analitici delle acque minerali, come le proprietà colligative (pressione osmotica e abbassamento del punto di gelo) e la durezza dell'acqua possono essere discusse allo scopo di presentare alcuni degli argomenti fondamentali di un corso di chimica generale in un modo più interessante per i nostri studenti.

### Summary

Considering bottled mineral waters, for which many physico-chemical data are reported on their labels, it is possible to investigate the relationships between the nature and concentration of the ions in solution and the specific conductivity, as well as the relationship between the ratio  $[CO_2(aq)]/[HCO_3^-]$  and the pH of the solution. Other physico-chemical and analytical data of mineral waters, such as colligative properties (osmotic pressure and depression of the freezing point) and water hardness, may be considered to present basic arguments of a general chemistry course in a way more interesting for our students.

### 1. Introduzione

Nella I parte del presente lavoro abbiamo introdotto il concetto di conduttanza molare delle soluzioni elettrolitiche insieme ad altre quantità chimico-fisiche importanti per la caratterizzazione di tali soluzioni [1].

L'obiettivo di questa II parte è quello di illustrare come molti argomenti di Chimica generale ed inorganica si possono presentare partendo dalla caratterizzazione del liquido più prezioso per tutti gli esseri viventi: le soluzioni acquose. Infatti, per verificare la teoria della dissociazione elettrolitica di Arrhenius si possono elaborare dati facilmente disponibili a tutti gli studenti, essendo questi riportati sulle etichette che descrivono le caratteristiche principali delle acque minerali in commercio.

Come ricordato nella I parte [1] l'argomento "acqua" è uno dei temi selezionati per celebrare l'anno internazionale della chimica ([www.chemistry2011.org](http://www.chemistry2011.org)) ed è stato ampiamente trattato nel Journal of Chemical Education [2], una delle riviste più importanti dedicate alla didattica chimica.

### 2. Correlazione tra concentrazione molare degli ioni e conduttanza specifica di acque minerali

Riteniamo molto istruttivo in un corso di Chimica generale coinvolgere gli studenti nella verifica dell'elettroneutralità delle acque minerali e nel calcolo teorico della loro conduttanza specifica. E' anche interessante notare che l'analisi chimica completa delle acque minerali riporta i valori di pH e la quantità di anidride carbonica disciolta (misurati alla sorgente). Questi dati insieme alla concentrazione dell'anione idrogenocarbonato permette di verificare la validità delle equazioni che descrivono gli equilibri chimici pertinenti alla dissociazione dell'acido carbonico in acqua.

Per 27 acque minerali commerciali riportiamo in Tab.1 le concentrazioni delle specie ioniche presenti, in mg/L, così come certificate sulle loro etichette. Le acque minerali sono identificate da un numero compreso tra 1 e 31, a cui corrisponde il nome commerciale e l'anno in cui è stata effettuata l'analisi chimica (per 3 acque minerali sono riportate i risultati delle analisi in anni diversi).

In Tab.2 riportiamo altri dati chimico-fisici: le concentrazioni dei gas disciolti, il residuo fisso a 180 °C - cioè il residuo in mg/L ottenuto dopo evaporazione completa dell'acqua e successivo essiccamento a 180°C - la conduttanza specifica ed il pH della soluzione, con l'indicazione della temperatura a cui queste grandezze sono state misurate.

In Tab.3 riportiamo ulteriori informazioni fornite dalle etichette, non presenti per tutte le acque minerali, tra queste la durezza totale, l'alcalinità totale, le proprietà colligative (abbassamento crioscopico e pressione osmotica), anioni e cationi assenti o presenti in tracce.

§ Contributo presentato alla VII Conferenza Nazionale sull'Insegnamento della Chimica, Divisione di Didattica Chimica – SCI, Terracina (LT) 25-28 novembre 2010.

**Tab.1** Acque minerali prese in esame ed anno relativo all'analisi chimica riportata sull'etichetta. Nella seconda colonna compare il numero di identificazione dell'acqua Minerale. Altri dati sono riportati in Tab.2 e Tab.3. Si noti l'assenza dello ione  $\text{Na}^+$  nell'acqua n.27 e dell'anione idrogenocarbonato nell'acqua n.20.

Acqua minerale	#	$\text{Ca}^{2+}$ mg/L	$\text{Mg}^{2+}$ mg/L	$\text{Sr}^{2+}$ mg/L	$\text{Ba}^{2+}$ mg/L	$\text{Fe}^{2+}$ mg/L	$\text{Mn}^{2+}$ mg/L	$\text{Na}^+$ mg/L	$\text{Li}^+$ mg/L	$\text{K}^+$ mg/L	$\text{F}^-$ mg/L	$\text{Cl}^-$ mg/L	$\text{NO}_3^-$ mg/L	$\text{HCO}_3^-$ mg/L	$\text{PO}_4^{3-}$ mg/L	$\text{SO}_4^{2-}$ mg/L
Fabia (1987)	1	129	4,9	0,5				11,7		1,1		22,7	14	372,1		20,5
Claudia (2006)	2	86	21					56		69	1,3	51	7,3	484		41
Lete (2007)	3	314	14,5					4,9		1,7	0,3	9,5	4,5	980		
Sangemini (2008)	4	333	18	1,24			0,02	19,8		3,79	0,29	17	0,77	996		60,5
Sangemini (1987)	5	343,5	19,3	0,9			0,8	21,9		2,5	0,2	22,7	1,1	1104,1		51
Cottorella (1999)	6	109	2,6					4,3		0,7		9		308		6
Primavera (2008)	7	88,4	18,4					4,6		1,3		6,2	3	330		21,1
Primavera (2006)	8	93,07	17,81					4,3		1,26		5,49	3,3	342,32		24,82
Tione (2004)	9	15,2	5,3					12,5		18		10,4	19,2	90		7
Elisa (2000)	10	94,9	2,9					10,5		1,8		17		274,5		19,8
Ferrarelle (2008)	11	365	18					50		52	1,1	20	5	1403		3
Frasassi (1992)	12	92,5	3,3	0,45		0,03		12	0,005	2	0,1	17	8	274,6		18
Nerea (2008)	13	58	0,7					1,6		0,4		4,3	1,4	173,7		2,4
Prata (2000)	14	148,4	12,6					3,5		1,23	0,1	6,35	3,5	520		4,6
San Benedetto (2008)	15	50,1	29,2					6,3		1		2,4	7,9	311		4,1
Sanfaustino (1987)	16	374	13,4	0,9			0,8	15,6		2,7	0,3	23,4	10,5	1116,3		68,1
S. Antonio (1985)	17	61,2	8,86	0,2				3,9		0,7		9	18,72	195,81		10,24
Santagata (2008)	18	300	20					50		42	1,1	20	5	1220		4
Ulmata (1998)	19	30	3,9					0,7		0,5		1,4	1,4	120		4,3
Egeria (2007)	20	89,8	24					45,8		62			34,1			
Egeria (2003)	21	93,5	23,6					44,5		56,9		33,6	31,5	491,2		27,3
Egeria (1998)	22	94,9	23,6	1,5				48	0,02	58	1,6	31,9	33	494,1	0,6	27
Fiuggi (2007)	23	17,26	6,45	0,09	0,25			7,16		6,93		7,1	2,2	97,6		2,8
Rocchetta (2008)	24	57,41	3,51	0,23				4,61		0,55	0,13	7,82	1,29	179,8		8,22
Levissima (2007)	25	20,7	1,8					1,9		1,8	0,2		1,7	57,3		16,9
Uliveto (2007)	26	171	27,8					74,4	0,18	7,6	1	78,7	6,9	574		104
Lilia (2007)	27	33,9	10,5							29,1	0,9		6	268		
Cutolo Rionero (2008)	28	75	19,5					96		38	0,65		9	549		
Panna (2006)	29	32,9	6,5					6,4		0,9		9	4,3	106		21
Nepi (2009)	30	80	26					30		52	1,2	20	9	451		40
Natia (2008)	31	35	4					32		30	0,9	16	8	213		3

Le acque minerali - Correlazione tra composizione chimica e conduttanza specifica

Tab.3 Ulteriori informazioni riportate sulle etichette delle acque minerali prese in esame. La grandezze calcolate per il presente lavoro sono riportate in parentesi. Per l'acqua n.12 si riporta anche il residuo fisso a 110°C, la densità a 20°C rispetto all'acqua pura a 20°C e si calcola la pressione osmotica dal dato relativo all'abbassamento del punto di gelo con la formula  $\pi = \Delta T_{cr} \times 12,05$  (senza specificare la temperatura) [2], che nei nostri calcoli è stata fissata a 18°C. Si noti che nell'acqua n.30 la silice è riportata come anione  $SiO_3^{2-}$ , invece che nella forma neutra  $SiO_2$  (colloidale).

Acqua minerale	#	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> < mg/L	F <sup>-</sup> < mg/L	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> < mg/L	Ossidabilità Kubel mg O <sub>2</sub> /L	Commenti	Durezza in °F	Alcalinità totale mg CaCO <sub>3</sub> /L	ΔT <sub>cr</sub> in °C	π in atm	c in mmolL <sup>-1</sup>
Fabia (1987)	1	assenti		assenti		in tracce Mn <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup> , Fe <sup>2+</sup> , Cr <sup>3+</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	34,5 (34,3)	(304,9)	(0,0207)	(0,266)	(11,1)
Claudia (2006)	2	0,002					(30,2)	(396,6)	(0,0320)	(0,411)	(17,2)
Lete (2007)	3						(84,5)	(803,1)	(0,0467)	(0,600)	(25,1)
Sangemini (2008)	4				< 0,50	Li <sup>+</sup> < 0,02 mg/L	(90,7)	(816,2)	(0,0511)	(0,657)	(27,5)
Sangemini (1987)	5	assenti		assenti		in tracce Li <sup>+</sup> , Cu <sup>2+</sup> , Fe <sup>2+</sup> , Cr <sup>3+</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	(93,8)	(904,8)	(0,0552)	(0,710)	(29,7)
Cottarella (1999)	6						(28,3)	(252,4)	(0,0156)	(0,201)	(8,40)
Primavera (2008)	7		0,2				(29,7)	(270,4)	(0,0168)	(0,216)	(9,05)
Primavera (2006)	8		0,15				(30,6)	(280,5)	(0,0174)	(0,223)	(9,35)
Tione (2004)	9	0,02					(5,99)	(73,75)	(0,0070)	(0,0897)	(3,75)
Elisa (2000)	10		tracce			in tracce Sr <sup>2+</sup> , Ba <sup>2+</sup>	(24,9)	(224,9)	(0,0152)	(0,195)	(8,17)
Ferrarelle (2008)	11						(98,7)	(1150)	(0,0690)	(0,886)	(37,1)
Frasassi (1992)	12	assenti		assenti	0,6	Residuo a 110°C = 305,0 mg/L; dr 20°C = 1,00032	24,48 (24,5)	225 (225,0)	0,020 (0,0155)	0,241 (0,199)	(8,32)
Nerea (2008)	13						14,8 (14,8)	(142,3)	(0,0085)	(0,109)	(4,57)
Praia (2000)	14						(42,3)	(426,1)	(0,0246)	(0,316)	(13,2)
San Benedetto (2008)	15		0,15				(24,6)	(254,9)	(0,0150)	(0,193)	(8,09)
Sanfaustino (1987)	16	assenti		assenti		in tracce Li <sup>+</sup> , Fe <sup>2+</sup> , Al <sup>3+</sup> , O <sub>2</sub>	(99,0)	(914,8)	0,063 (0,0567)	0,759 (0,729)	(30,5)
S. Antonio (1985)	17						18,95 (19,0)	160,5 (160,5)	0,011072	(0,142)	(5,95)
Santagata (2008)	18						(83,3)	(999,7)	0,060069	(0,772)	(32,3)
Ulmata (1998)	19						9 (9,11)	(98,33)	0,0056277	(0,0723)	(3,03)
Egeria (2007)	20					HCO <sub>3</sub> assenti !?	(32,4)		0,013682	(0,176)	(7,36)
Egeria (2003)	21	assenti		assenti			(33,1)	(402,5)	0,030662	(0,394)	(16,5)
Egeria (1998)	22	assenti		assenti			(33,5)	(404,9)	0,031306	(0,402)	(16,8)
Fiuggi (2007)	23	assenti		assenti			7,0 (6,98)	(79,98)	0,01 (0,0057)	0,0684 (0,0729)	3,06 (3,05)
Rocchetta (2008)	24						(15,8)	(147,3)	0,0094384	(0,121)	(5,07)
Levissima (2007)	25						(5,92)	(46,95)	(0,0035)	(0,0447)	1,87
Uliveto (2007)	26						(54,2)	(470,4)	(0,0404)	(0,520)	(21,7)
Lilia (2007)	27					Na <sup>+</sup> assenti !?	(12,8)	(219,6)	(0,0122)	(0,157)	(6,56)
Cutolo Rionero (2008)	28						26,7 (26,8)	(449,9)	(0,0312)	(0,406)	(17,0)
Panna (2006)	29	0,002					10,9 (10,9)	(86,86)	(0,0068)	(0,0877)	(3,67)
Nepi (2009)	30					silice come SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	(30,7)	(369,6)	(0,0266)	(0,341)	(14,3)
Natia (2008)	31						(10,4)	(174,5)	(0,0137)	(0,176)	(7,35)

In questo paragrafo descriviamo il controllo dell'elettro-neutralità delle soluzioni ed il confronto tra la conduttanza specifica misurata e quella calcolata teoricamente, secondo quanto esposto nella I parte di questo lavoro [1]. Dalle concentrazioni delle specie in mg/L calcoliamo le mmol/L e quindi, moltiplicando per la carica della specie, le millimoli di carica per litro di soluzione. Il risultato di questi calcoli è riportato nelle Tab.4 e Tab.5.

**Tab.4** Concentrazioni degli ioni presenti nelle acque minerali prese in esame in mmol/L (dalle concentrazioni in mg/L in Tab.1). Si noti l'assenza dello ione  $\text{Na}^+$  nell'acqua n.27 e dell'anione idrogenocarbonato nell'acqua n.20.

Acqua minerale	#	[Ca <sup>2+</sup> ] mmol/L	[Mg <sup>2+</sup> ] mmol/L	[S <sup>2-</sup> ] mmol/L	[Ba <sup>2+</sup> ] mmol/L	[Fe <sup>2+</sup> ] mmol/L	[Mn <sup>2+</sup> ] mmol/L	[Na <sup>+</sup> ] mmol/L	[Li <sup>+</sup> ] mmol/L	[K <sup>+</sup> ] mmol/L	[F <sup>-</sup> ] mmol/L	[Cl <sup>-</sup> ] mmol/L	[NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ] mmol/L	[HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ] mmol/L	[PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ] mmol/L	[SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ] mmol/L
Fabia (1987)	1	3,219	0,2016	0,005706				0,5089		0,2813	0,06842	0,6403	0,2258	6,098		0,2134
Claudia (2006)	2	2,146	0,8642					2,436		1,765	0,01579	1,439	0,1177	7,9318		0,4268
Lete (2007)	3	7,834	0,5967					0,2131		0,04348	0,01526	0,268	0,07258	16,06		
Sangemini (2008)	4	8,308	0,7407	0,01415			0,000364	0,8612		0,09693	0,01526	0,4795	0,01242	16,323		0,6298
Sangemini (1987)	5	8,57	0,7942	0,01027			0,01456	0,9526		0,06394	0,01053	0,6403	0,01774	18,094		0,5309
Cottorella (1999)	6	2,72	0,107					0,187		0,0179		0,2539		5,0475		0,06246
Primavera (2008)	7	2,206	0,7572					0,2001		0,03325		0,1749	0,04839	5,4081		0,2197
Primavera (2006)	8	2,322	0,7329					0,187		0,03223		0,1549	0,05323	5,61		0,2584
Tione (2004)	9	0,3792	0,2181					0,5437		0,4604		0,2934	0,3097	1,4749		0,07287
Elisa (2000)	10	2,368	0,1193					0,4567		0,04604		0,4795		4,4985		0,2061
Ferrarelle (2008)	11	9,107	0,7407					2,175		1,33	0,05789	0,5642	0,08065	22,992		0,03123
Frasassi (1992)	12	2,308	0,1358	0,005136		0,0005372		0,522	0,0007205	0,05115		0,4795	0,129	4,5002		0,1874
Nerea (2008)	13	1,447	0,02881					0,0696		0,01023		0,1213	0,02258	2,8466		0,02498
Praia (2000)	14	3,703	0,5185					0,1522		0,03146	0,005263	0,1791	0,05645	8,5218		0,04789
San Benedetto (2008)	15	1,25	1,202					0,274		0,02558		0,0677	0,1274	5,0967		0,04268
Sanfaustino (1987)	16	9,331	0,5514	0,01027			0,01456	0,6786		0,06905	0,01579	0,6601	0,1694	18,294		0,7089
S. Antonio (1985)	17	1,527	0,3646	0,002283				0,1696		0,0179		0,2539	0,3019	3,2089		0,1066
Santagata (2008)	18	7,485	0,823					2,175		1,074	0,05789	0,5642	0,08065	19,993		0,04164
Ulmata (1998)	19	0,7485	0,1605					0,03045		0,01279		0,03949	0,02258	1,9666		0,04476
Egeria (2007)	20	2,241	0,9877					1,992		1,586			0,55			
Egeria (2003)	21	2,333	0,9712					1,936		1,455		0,9478	0,5081	8,0498		0,2842
Egeria (1998)	22	2,368	0,9712	0,01712				2,088	0,002882	1,483	0,08421	0,8999	0,5323	8,0973	0,006318	0,2811
Fiuggi (2007)	23	0,4306	0,2654	0,001027	0,0001556			0,3114		0,1772		0,2003	0,03548	1,5995		0,02915
Rocchetta (2008)	24	1,432	0,1444	0,002625				0,2005		0,01407	0,006842	0,2206	0,02081	2,9466		0,08557
Levissima (2007)	25	0,5165	0,07407					0,08264		0,04604	0,01053		0,02742	0,93004		0,1759
Uliveto (2007)	26	4,266	1,144					3,236	0,02594	0,1944	0,05263	2,22	0,1113	9,4068		1,083
Lilia (2007)	27	0,8458	0,4321							0,7442	0,04737		0,09677	4,392		
Cutolo Romero (2008)	28	1,871	0,8025					4,176		0,9719	0,03421		0,1452	8,9971		
Panna (2006)	29	0,8209	0,2675					0,2784		0,02302		0,2539	0,06935	1,7371		0,2186
Nepi (2009)	30	1,996	1,07					1,305		1,33	0,06316	0,5642	0,1452	7,391		0,4164
Natia (2008)	31	0,8733	0,1646					1,392		0,7673	0,04737	0,4513	0,129	3,4907		0,03123

Tab.5 Concentrazione delle cariche positive e negative (in mmol/L) nelle acque minerali prese in esame, ottenute con i dati della Tab.4, e conducibilità specifica calcolata (25°C) per mezzo dell'Eq.2 utilizzando le conduttanze ioniche molari a diluizione infinita in acqua per i diversi ioni presenti,  $\lambda_{+k}^0$  e  $\lambda_{-k}^0$ . Le sommatorie sono estese a tutti i cationi e a tutti gli anioni presenti. La dimostrazione dell'Eq.2 ed i dati delle conduttanze ioniche molari sono riportati nella I parte di questo lavoro [1].

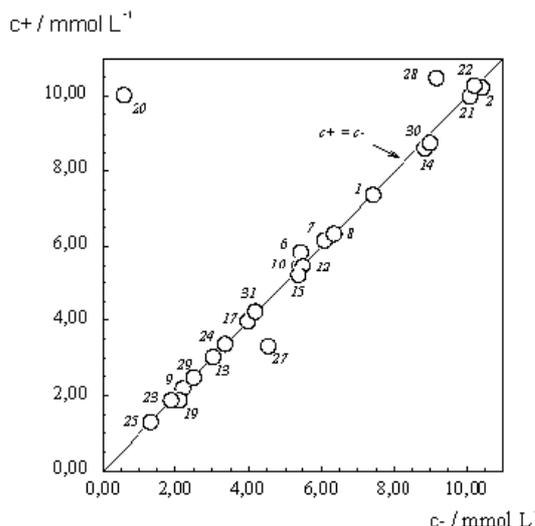
Acqua minerale	#	$c_{+} = \sum_k z_{+k} c_{+,k}$ mmol/L	$c_{-} = \sum_k z_{-k} c_{-,k}$ mmol/L	$\sum_k \lambda_{+k}^0 c_{+,k}$ $\mu\text{S/cm}$	$\sum_k \lambda_{-k}^0 c_{-,k}$ $\mu\text{S/cm}$	$\kappa = \sum_k \lambda_{+k}^0 c_{+,k} + \sum_k \lambda_{-k}^0 c_{-,k}$ $\mu\text{S/cm}$
Fabia (1987)	1	7,3889	7,3910	432,47	376,60	809,07
Claudia (2006)	2	10,220	10,410	598,47	551,18	1149,7
Lete (2007)	3	17,119	16,417	1008,9	757,26	1766,2
Sangemini (2008)	4	19,085	18,089	1118,7	881,77	2000,5
Sangemini (1987)	5	19,795	19,825	1158,7	958,94	2117,7
Cottorella (1999)	6	5,8581	5,4263	345,49	259,03	604,52
Primavera (2008)	7	6,1589	6,0707	355,06	298,01	653,07
Primavera (2006)	8	6,3293	6,3348	365,62	312,21	677,83
Tione (2004)	9	2,1988	2,2237	129,28	123,28	252,56
Elisa (2000)	10	5,4770	5,3903	320,53	274,26	594,78
Ferrarelle (2008)	11	23,200	23,758	1368,3	1103,2	2471,5
Frasassi (1992)	12	5,4726	5,4888	319,49	280,84	600,33
Nerea (2008)	13	3,0317	3,0405	179,41	144,39	323,80
Prata (2000)	14	8,6259	8,8584	505,29	413,40	918,68
San Benedetto (2008)	15	5,2029	5,3772	291,65	253,00	544,65
Sanfaustino (1987)	16	20,563	20,557	1210,2	1009,2	2219,3
S. Antonio (1985)	17	3,9752	3,9780	230,35	204,01	434,35
Santagata (2008)	18	19,865	20,779	1165,4	968,39	2133,7
Ulmata (1998)	19	1,8612	2,1182	108,50	101,27	209,77
Egeria (2007)	20	10,034	0,55000	587,46	39,292	626,75
Egeria (2003)	21	9,9989	10,074	584,28	520,36	1104,6
Egeria (1998)	22	10,286	10,195	600,27	526,09	1126,4
Fiuggi (2007)	23	1,8832	1,8935	108,12	95,258	203,38
Rocchetta (2008)	24	3,3735	3,3660	197,07	166,46	363,53
Levissima (2007)	25	1,3098	1,3288	76,802	73,418	150,22
Uliveto (2007)	26	14,278	13,956	806,07	781,51	1587,6
Lilia (2007)	27	3,3001	4,5361	201,09	209,38	410,47
Cutolo Rionero (2008)	28	10,495	9,1764	588,16	421,63	1009,8
Panna (2006)	29	2,4781	2,4976	141,62	138,35	279,97
Nepi (2009)	30	8,7668	8,9963	513,89	459,84	973,74
Natia (2008)	31	4,2349	4,1809	247,40	210,11	457,51

Il controllo dell'elettroneutralità delle soluzioni per mezzo della seguente equazione descritta nella I parte di questo contributo [1]

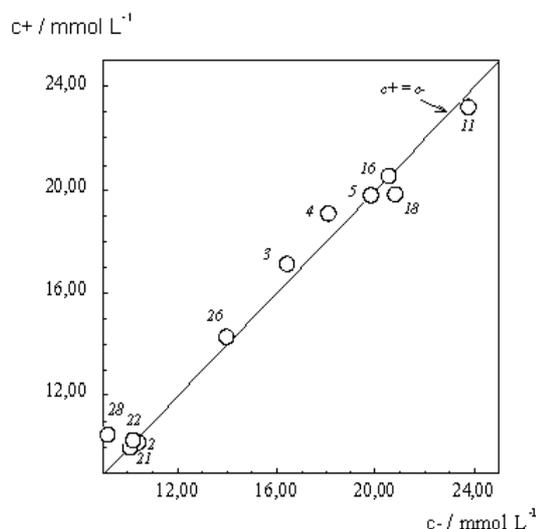
$$\sum_k z_{+k} c_{+k} = \sum_k z_{-k} c_{-k} \quad (1)$$

Per le acque minerali commerciali dalle concentrazioni ioniche espresse in mg/L (Tab.1) si ottiene la concentrazione in mmol/L (Tab.4) e quindi la concentrazione totale delle cariche positive e negative, sempre espresse in mmol/L.

Ogni soluzione di acqua minerale deve risultare elettricamente neutra e quindi riportando in un grafico la concentrazione delle cariche positive in funzione della concentrazione delle cariche negative il punto ottenuto deve cadere, a meno degli errori sperimentali, sulla retta di pendenza uguale ad 1. Questo grafico è mostrato in Fig.1.



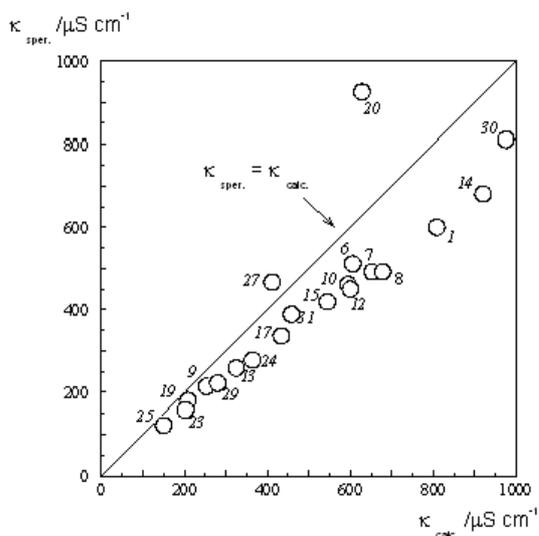
**Fig.1a** Controllo della condizione di elettroneutralità per le acque minerali in esame caratterizzate da un basso contenuto di sali. I numeri che identificano i dati sperimentali corrispondono alle acque minerali riportate in Tab.1. Si noti che per l'acqua minerale n.20 una specie anionica di elevata concentrazione non è stata riportata correttamente dall'analista nella tabella dei risultati analitici.



**Fig.1b** Controllo della condizione di elettroneutralità per le acque minerali in esame caratterizzate da un maggiore contenuto di sali rispetto a quelle riportate in Fig. 1a. I numeri che identificano i dati sperimentali corrispondono alle acque minerali riportate in Tab.1.

Si noti che per le acque minerali prese in considerazione, e in generale per tutte le acque minerali, il pH varia nell'intervallo  $5.7 < \text{pH} < 7.7$  (vedi Tab.2). La concentrazione del catione idrossonio è quindi compresa nell'intervallo  $6.3 \times 10^{-6} \text{ mmol/L} < [\text{H}_3\text{O}^+] < 1.6 \times 10^{-3} \text{ mmol/L}$ , e quella dell'anione idrossido nell'intervallo  $2.0 \times 10^{-5} \text{ mmol/L} < [\text{OH}^-] < 5.0 \times 10^{-4} \text{ mmol/L}$ , cioè valori che non hanno praticamente nessuna importanza nella sommatoria delle cariche elettriche rispetto agli altri ioni presenti.

L'influenza della concentrazione degli ioni in soluzione sulla conduttanza specifica viene mostrata con il grafico di Fig.2.

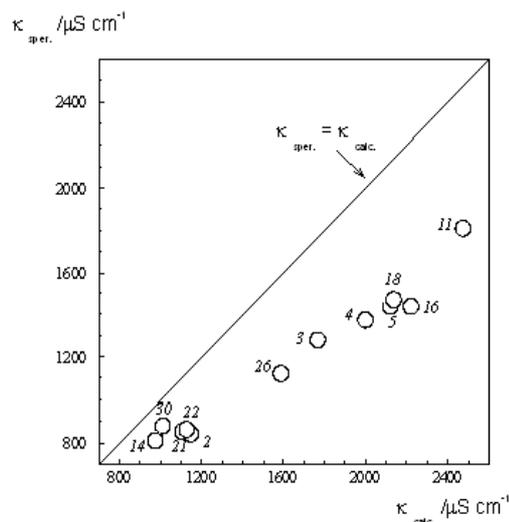


**Fig.2a** Confronto tra la conduttanza specifica delle acque minerali in esame e la conduttanza specifica calcolata alla temperatura di 25°C (Tab.5). Le acque riportate sono caratterizzate da un basso contenuto di sali. I numeri che identificano i dati sperimentali corrispondono alle acque minerali riportate in Tab.5. Nella Tab.2 è riportata la la conduttanza specifica sperimentale e la temperatura a cui è stata misurata.

Si noti il comportamento anomalo del dato per l'acqua minerale n.20 (vedi Fig.1a).

## Le acque minerali - Correlazione tra composizione chimica e conduttanza specifica

**Fig.2b** Confronto tra la conduttanza specifica delle acque minerali in esame e la conduttanza specifica calcolata alla temperatura di 25°C (Tab.5). Le acque riportate sono caratterizzate da un alto contenuto di sali. I numeri che identificano i dati sperimentali corrispondono alle acque minerali riportate in Tab.5. Nella Tab.2 è riportata la conduttanza specifica sperimentale e la temperatura a cui è stata misurata.



La conduttanza specifica sperimentale dell'acqua minerale (generalmente misurata a 20°C, vedi dati in Tab.2) è riportata sull'asse delle ordinate mentre sull'asse delle ascisse è riportata la conduttanza specifica calcolata a partire dalla concentrazione degli ioni in soluzione. Per questo calcolo abbiamo utilizzato la seguente equazione descritta nella I parte di questo contributo [1]

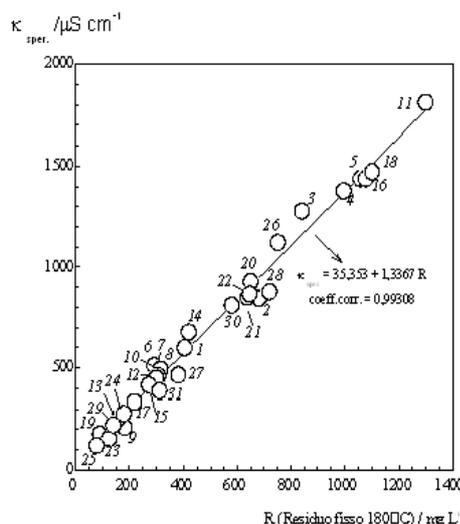
$$\kappa = \sum_k \lambda_{+k}^0 c_{+k} + \sum_k \lambda_{-k}^0 c_{-k} \quad (2)$$

I dati di conduttanza molare ionica a diluizione infinita vengono generalmente riportati alla temperatura di 25°C (vedi Tab.1 della I parte [1]). Come si vede dalla Fig.2 l'accordo è buono (cioè i dati praticamente cadono sulla retta con pendenza uguale a 1) per le acque minerali a basso contenuto di sali disciolti (Fig.2a). Questo conferma che in soluzioni diluite di elettroliti le conduttanze molari ioniche rappresentano praticamente il valore limite a diluizione infinita e che tra circa 20°C e 25°C la temperatura ha un effetto trascurabile su tali grandezze. Quando il contenuto salino aumenta i valori delle conduttanze molari ioniche diminuiscono a causa delle interazioni tra gli ioni ed i dati sperimentali sono inferiori a quelli previsti dalla retta con pendenza uguale a 1 (Fig.2b).

Le Fig.1 e 2 indicano, come prevedibile, che il valore della concentrazione delle cariche e della conduttanza specifica, cioè la posizione di ogni acqua minerale nel grafico, è correlato con il contenuto salino. In effetti le diverse acque minerali possono essere classificate come [3,4]:

- minimamente mineralizzate* se hanno un residuo fisso a 180°C non superiore a 50 mg/L;
- oligominerali o leggermente mineralizzate* se hanno un residuo fisso a 180°C compreso tra 50 e 500 mg/L;
- minerali* se hanno un residuo fisso a 180°C compreso tra 500 a 1500 mg/L;
- ricche di sali minerali* se hanno residuo fisso a 180°C superiore a 1500 mg/L.

Secondo questa classificazione le acque potabili distribuite a cura dalle amministrazioni comunali delle nostre città sono in generale oligominerali. La correlazione tra conducibilità elettrica specifica sperimentale e residuo fisso a 180°C (R in mg/L) per le acque minerali in esame è riportata in Fig.3



**Fig.3** Correlazione tra conducibilità elettrica sperimentale e residuo fisso a 180 °C per le acque minerali prese in in esame. I numeri che identificano i dati sperimentali corrispondono alle acque minerali riportate in Tab.1.

La relazione empirica ottenuta

$$\kappa \approx 35,4 + 1,34 R \quad (3)$$

può essere utile dal punto di vista pratico per stimare una delle due grandezze nota l'altra. Si noti che per  $R \rightarrow 0$  si tende verso il dato di conducibilità specifica dell'acqua distillata che, a 25°C, è  $\kappa = 0.058 \mu\text{S cm}^{-1}$  [5]. (Siamo recentemente venuti a conoscenza della commercializzazione di una nuova acqua minerale, "Lauretana (2006)" secondo il codice identificativo della Tab.1, dalla cui etichetta si ricava  $R = 14 \text{ mg/L}$  e  $\kappa = 17,6 \mu\text{S cm}^{-1}$ .)

### 3. Correlazione tra il rapporto $[\text{CO}_2(\text{aq})]/[\text{HCO}_3^-]$ ed il pH di acque minerali

La Tab.2 riporta per ogni acqua minerale, oltre al pH ed i valori di concentrazione degli ioni in mg/L, anche le grandezze  $[\text{CO}_2(\text{aq})]$ ,  $[\text{HCO}_3^-]$  espresse in mmol/L. Questo ci permette di verificare quantitativamente gli equilibri chimici che riguardano la dissociazione dell'acido carbonico in acqua e razionalizzare il fatto che nelle acque minerali la concentrazione dei carbonati  $[\text{CO}_3^{2-}]$  è praticamente trascurabile rispetto a quella degli altri ioni analizzati.

L'anidride carbonica disciolta in acqua forma acido carbonico secondo l'equilibrio



A temperatura ambiente la costante di questo equilibrio vale

$$K = [\text{H}_2\text{CO}_3]/[\text{CO}_2(\text{aq})] \approx 2.8 \times 10^{-3} \quad (5)$$

Essenzialmente tutta l'anidride carbonica disciolta è presente come  $\text{CO}_2(\text{aq})$ . La quantità  $[\text{CO}_2(\text{aq})]$  è determinata dal valore della pressione parziale dell'anidride carbonica in fase gassosa,  $p_{\text{CO}_2(\text{g})}$ , attraverso il seguente equilibrio (valore della costante a 25 °C)



$$K_h = [\text{CO}_2(\text{aq})] / p_{\text{CO}_2(\text{g})} \approx 3.2 \times 10^{-2} \quad (7)$$

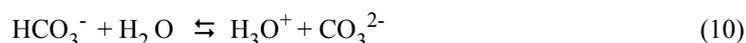
In relazione al valore di  $[\text{CO}_2(\text{aq})]$  le acque minerali si classificano in [3,4]:

- naturalmente gassate, con un tenore di anidride carbonica esistente alla sorgente superiore a 250 mg/L;
- rinforzate col gas della sorgente, il cui tenore di anidride carbonica, proveniente dalla stessa falda, è superiore a quello della sorgente;
- addizionate con anidride carbonica non prelevata dalla falda da cui proviene l'acqua.

Per gli equilibri di dissociazione dell'acido carbonico possiamo scrivere



$$K_{a1} = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{HCO}_3^-]/[\text{CO}_2(\text{aq})] \approx 4.2 \times 10^{-7} \quad (9)$$

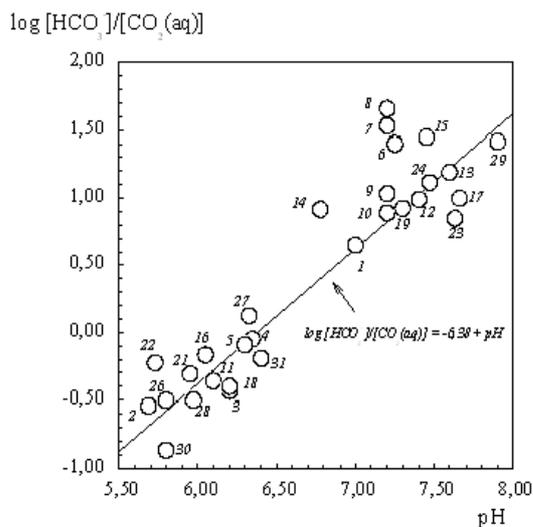


$$K_{a2} = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{CO}_3^{2-}]/[\text{HCO}_3^-] \approx 4.8 \times 10^{-11} \quad (11)$$

Dalla prima costante di equilibrio otteniamo

$$\log [\text{HCO}_3^-]/[\text{CO}_2(\text{aq})] = \log K_{a1} + \text{pH} \quad (12)$$

La verifica di questa equazione per tutte le acque minerali studiate è riportata in Fig.4. Si vede che effettivamente la funzione  $\log [\text{HCO}_3^-]/[\text{CO}_2(\text{aq})]$  varia linearmente con il pH della soluzione. Il coefficiente angolare della retta è circa uguale ad 1, ed il valore dell'intercetta sull'asse delle ordinate per  $\text{pH} = 0$  è prossimo al valore atteso, cioè  $\log K_{a1} = -6.38$ .



**Fig.4** Correlazione tra  $\log [HCO_3^-] / [CO_2(aq)]$  ed il pH per le acque minerali in esame. I numeri che identificano i punti sperimentali sono relativi alle acque minerali elencate nella Tab.2 insieme ai relativi valori di pH,  $[HCO_3^-]$  e  $[CO_2(aq)]$ . Si noti che i dati n. 20, 21 e 22 corrispondono alla stessa acqua minerale; il dato n.20 non è presente nel grafico in quanto l'etichetta corrispondente non riporta la concentrazione degli anioni idrogenocarbonato (pH =6,56;  $[CO_2(aq)] = 16,61$  mmol/L !). Anche il dato n.25 è assente per mancanza dei dati analitici pH e  $[CO_2(aq)]$ . La retta tracciata (Eq.12 con  $K_{a1}$  a  $25^\circ C \approx 4.2 \times 10^{-7}$ ) descrive abbastanza bene i risultati sperimentali anche in considerazione del fatto che la temperatura a cui si riferiscono le quantità sperimentali è in generale diversa da  $25^\circ C$  ed al rapporto tra le attività delle specie abbiamo in prima approssimazione sostituito il rapporto tra le concentrazioni.

La concentrazione dei carbonati in soluzione si può calcolare con l'equazione

$$[CO_3^{2-}] \approx [HCO_3^-] 4.8 \times 10^{(pH-11)} \quad (13)$$

Il pH varia nell'intervallo  $5.7 < pH < 7.7$  (Tab.2), si può quindi stimare il valore della concentrazione dei carbonati:

$$[HCO_3^-] 2.4 \times 10^{-5} < [CO_3^{2-}] < [HCO_3^-] 2.4 \times 10^{-3} \quad (14)$$

Dall'intervallo dei valori riportati possiamo confermare che: a) la concentrazione dei carbonati è praticamente trascurabile rispetto a quella dell'anione idrogenocarbonato; b) i carbonati possono essere praticamente trascurati anche per il calcolo dell'elettroneutralità delle soluzioni di acque minerali.

(Si noti che a  $pH = 3.4$ , il pH di viraggio al colore arancio dell'indicatore metilarancio, la concentrazione degli ioni idrogenocarbonato, ottenuta per mezzo della  $K_{a1}$ , vale  $[HCO_3^-] = 4.2 \times 10^{-3.6}$   $[CO_2(aq)] = 0.00105$   $[CO_2(aq)]$ , praticamente a questo valore di pH è presente solo  $CO_2(aq)$ .)

#### 4. Correlazione tra concentrazione totale degli ioni in acque minerali e le proprietà colligative della soluzione

Alcune delle acque minerali prese in esame riportano sulle etichette risultati di determinazioni chimico-fisiche relative alle proprietà colligative delle soluzioni (Tab.3). Le proprietà colligative delle soluzioni esaminate descrivono variazioni di proprietà chimico-fisiche dell'acqua (abbassamento della tensione di vapore, innalzamento del punto di ebollizione, abbassamento del punto di gelo, pressione osmotica) che dallo stato puro diventa una soluzione di elettroliti. Tali proprietà vengono insegnate in un corso introduttivo di Chimica generale e la nostra indagine permette una loro discussione attraverso un esempio di interesse pratico.

Ricordiamo che le proprietà colligative dipendono dalla concentrazione di tutte le specie in soluzione e non dalla loro natura chimica. Le equazioni di interesse applicate al caso delle acque minerali sono le seguenti:

$$\pi = RT [(\sum_k c_{+k} + \sum_k c_{-k}) + c(SiO_2)_n] / 1000 \quad (15)$$

$$c = [(\sum_k c_{+k} + \sum_k c_{-k}) + c(SiO_2)_n] = \text{concentrazione osmotica in mmol/L}$$

a  $18^\circ C$  abbiamo

$$\pi = 0.0239 [(\sum_k c_{+k} + \sum_k c_{-k}) + c(SiO_2)_n] \text{ atm}$$

$$\Delta T_{cr} \approx K_{cr} [(\sum_k c_{+k} + \sum_k c_{-k}) + c(SiO_2)_n] / 1000 \quad (16)$$

$$K_{cr} = \text{costante crioscopica per } H_2O = 1.86^\circ C \text{ mol}^{-1} \text{ kg}$$

(assumendo che 1 L di soluzione  $\approx$  1 kg di  $H_2O$ )

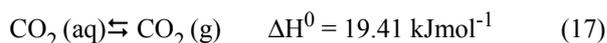
Dalle equazioni riportate possiamo stimare che, a 18 °C,  $\pi$  (atm)  $\approx 12.8 \Delta T_{cr}$ , in buon accordo con l'equazione empirica riportata nel Rif.2  $\pi$  (atm) = 12.05  $\Delta T_{cr}$  (senza specificare la temperatura a cui si riferisce).

I dati calcolati di concentrazione osmotica (trascurando la concentrazione della silice in forma colloidale,  $c(\text{SiO}_2)_n \rightarrow 0$ ), pressione osmotica e abbassamento del punto di gelo sono riportati in Tab.3.

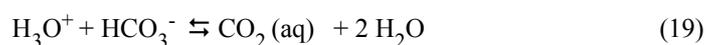
### 5. Trasformazione degli ioni idrogenocarbonati in carbonati, influenza della concentrazione degli ioni calcio e magnesio, "durezza" dell'acqua

Come abbiamo discusso nel paragrafo 3 il pH di un'acqua minerale è tale che nella soluzione, a temperatura ambiente, sono praticamente presenti solo anioni idrogeno carbonato.

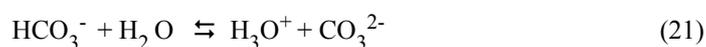
In generale la concentrazione degli anioni carbonato è determinata dai seguenti equilibri (valori delle costanti d'equilibrio a 25 °C)



$$K_p = p_{\text{CO}_2(\text{g})} / [\text{CO}_2(\text{aq})] \approx 31.3 \quad (18)$$

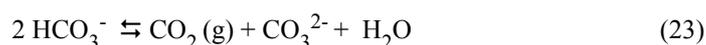


$$K_{a1}^{-1} = [\text{CO}_2(\text{aq})] / [\text{H}_3\text{O}^+][\text{HCO}_3^-] \approx 2.4 \times 10^6 \quad (20)$$



$$K_{a2} = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{CO}_3^{2-}] / [\text{HCO}_3^-] \approx 4.8 \times 10^{-11} \quad (22)$$

che sommati danno l'equilibrio

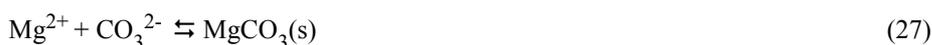


$$K = K_p K_{a1}^{-1} K_{a2} = p_{\text{CO}_2(\text{g})} [\text{CO}_3^{2-}] / [\text{HCO}_3^-]^2 \approx 3.6 \times 10^{-3} \quad (24)$$

Aumentando la temperatura e diminuendo la pressione parziale dell'anidride carbonica nella fase gassosa in equilibrio con la soluzione si possono ottenere le condizioni necessarie per la precipitazione dei carbonati di calcio e magnesio ( $[\text{Ca}^{2+}]_0$  e  $[\text{Mg}^{2+}]_0$  rappresentano le concentrazioni iniziali in mol/L):



$$Q_{\text{CaCO}_3} = [\text{Ca}^{2+}]_0 [\text{CO}_3^{2-}] \geq K_s_{\text{CaCO}_3} \approx 4.8 \times 10^{-9} \quad (26)$$



$$Q_{\text{MgCO}_3} = [\text{Mg}^{2+}]_0 [\text{CO}_3^{2-}] \geq K_s_{\text{MgCO}_3} \approx 2.6 \times 10^{-5} \quad (28)$$

A questi equilibri, che si verificano lentamente e spontaneamente in alcune zone, va attribuita la formazione delle stalattiti e delle stalagmiti. Lo stesso fenomeno è responsabile dell'intorbidamento delle acque riscaldate all'ebollizione. Nel caso di un'acqua minerale che attraversa lungo il suo percorso verso la sorgente suoli ricchi di carbonati di calcio e magnesio notiamo che un aumento di  $p_{\text{CO}_2(\text{g})}$  comporta un aumento della solubilità dei carbonati e della concentrazione degli ioni idrogenocarbonato.

La somma delle concentrazioni degli ioni calcio e magnesio ( $[\text{Ca}^{2+}]_0 + [\text{Mg}^{2+}]_0$ ) è legata al concetto di *durezza totale* di un'acqua. Un'acqua che contiene molti sali di calcio e magnesio viene definita dura: cuoce male i legumi (formazione di carbonati di calcio e magnesio), consuma molto sapone nel lavaggio della biancheria (formazione di saponi insolubili di calcio e magnesio) ed intorbida facilmente all'ebollizione (formazione di carbonati di calcio e magnesio).

La durezza totale è data dalla totalità dei sali di calcio e magnesio, la *durezza temporanea* è invece legata alla quantità di ioni calcio e magnesio che può precipitare con l'ebollizione dell'acqua per trasformazione degli anioni idrogenocarbonato in carbonati secondo l'Eq.23.

La durezza totale si misura generalmente in gradi francesi (°F): 1 °F corrisponde a 10 mg di  $\text{CaCO}_3$  /L. Riportiamo la formula che permette il calcolo della durezza totale a partire dalla concentrazione degli ioni calcio e magnesio espressa in mg/L (Tab.1):

## Le acque minerali - Correlazione tra composizione chimica e conduttanza specifica

$$\text{Durezza totale in } ^\circ\text{F} = [(\text{mg Ca}^{2+} / \text{L}) + (\text{mg Mg}^{2+} / \text{L}) 1.65] / 4 \quad (29)$$

La formula si deriva considerando che

$$[\text{Ca}^{2+}]_0 1000 40.078 = c_{\text{Ca}^{2+}} 40.078 = \text{mg Ca}^{2+} / \text{L}$$

$$[\text{Mg}^{2+}]_0 1000 24.305 = c_{\text{Mg}^{2+}} 24.305 = \text{mg Mg}^{2+} / \text{L}$$

$$\text{Ca} / \text{CaCO}_3 = 40.078 / 100.086 = 0.40 \text{ mg Ca}^{2+} / \text{mg CaCO}_3$$

$$\text{Ca} / \text{Mg} = 40.078 / 24.305 = 1.65 \text{ mg Ca}^{2+} / \text{mg Mg}^{2+} \text{ (una mole di ioni Mg}^{2+} \text{ equivale ad una mole di ioni Ca}^{2+}\text{)}.$$

I dati di durezza delle acque minerali prese in esame, sia calcolati sia quelli disponibili, sono riportati in Tab.3. Un'acqua con una durezza totale superiore a 30 °F viene considerata "dura". Ricordiamo che un'acqua potabile trattata per ridurre la durezza deve in ogni caso contenere un valore minimo di 30 mg di  $\text{HCO}_3^- / \text{L}$  [3,4]. Sono "leggere" le acque con durezza totale < 15 °F e "mediamente dure" quelle con durezza compresa tra 15 °F e 30 °F [3,4].

## 6. Conclusioni

L'argomento trattato può essere approfondito considerando altri parametri chimici e chimico-fisici caratterizzanti le acque minerali naturali. Alla concentrazione degli anioni idrogenocarbonato è collegato il concetto di *alcalinità totale* di un'acqua minerale (Tab.3). La chimica coinvolta nella determinazione dell'alcalinità totale e della concentrazione dell'anidride carbonica libera (Tab.2) richiede comunque conoscenze che verranno acquisite solo nei successivi corsi di *Chimica analitica I e II*. Lo studio dello stato chimico della silice nelle acque minerali è interessante e permette di introdurre il concetto di stato colloidale (Tab.3). Come possiamo stabilire la carica delle specie contenenti silicio nella soluzione ?

E' anche logico e importante trattare oltre alle *acque minerali naturali* anche le *acque di sorgente* e le comuni *acque potabili* distribuite dalle amministrazioni comunali delle nostre città (per la classificazione delle acque e la legislazione che ne disciplina la qualità vedi Rif.6). Questi argomenti potranno essere approfonditi insieme ad altri legati alla gestione dell'acqua nella società nel corso di *Chimica dell'ambiente*. Essi saranno oggetto di una successiva nostra comunicazione.

Con questo lavoro abbiamo cercato di evidenziare come diversi argomenti del programma di *Chimica generale e inorganica con laboratorio* del corso di laurea in Chimica (12 Crediti Formativi Universitari), possono essere introdotti prendendo spunto da situazioni della vita reale.

Gli autori hanno svolto questo studio senza alcun interesse economico. Anzi essi dichiarano di bere l'acqua di rubinetto fornita dall'azienda municipale della città in cui vivono, e per ragioni etiche ritengono che tali aziende debbano essere sempre gestite dell'amministrazione pubblica.

## Riferimenti bibliografici

1. F. Calascibetta, G. Moretti, Parte I, CnS La Chimica nella Scuola (sottoposto per la pubblicazione, luglio 2011).
2. E. K. Jacobsen, J. Chem. Educ., 2011, **88**, 530. (*JCE Resources for chemistry and water: an update for the International Year of Chemistry*.)
3. R. Giuliano, M. L. Stein, Quaderni di Chimica degli Alimenti, Vol.2, Bulzoni Editore, Roma, Settima edizione, 1997, pp.63-71, Terza edizione, 1981, pp. 73-86.
4. E. R. Weiner, Applications of Environmental Chemistry, CRC Press LLC, Lewis Publishers, 2000, Chap.3 Major water quality parameters, pp.29-70.
5. K. J. Laidler, J. H. Meiser, Physical Chemistry, Houghton Mifflin Company, Boston 1999, 3rd edition, pp. 264-319 ( Cap.7 Solutions of electrolytes).
6. (a) Gazzetta ufficiale dell'Unione europea: Direttiva 2009/54/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 18 giugno 2009 sull'utilizzazione e la commercializzazione delle acque minerali naturali.  
(b) Gazzetta ufficiale n. 339 del 1 ottobre 1999 : Decreto Legislativo 4 agosto 1999, n.339 - Disciplina delle acque di sorgente e modificazioni al decreto legislativo 25 gennaio 1992, n.105 concernente le acque minerali naturali, in attuazione della direttiva 96/70/CE.  
(c) Gazzetta ufficiale n.52 del 3 marzo 2001: Decreto Legislativo 2 febbraio 2001, n.31 – Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano.  
(d) Direttiva 2003/40/CE : 1) Decreto Ministero della Salute 11 settembre 2003: etichettatura delle acque minerali e delle acque di sorgente; 2) criteri di valutazione delle caratteristiche delle acque minerali naturali e condizioni di utilizzazione dei trattamenti delle acque minerali naturali e delle acque di sorgente.  
(e) Gazzetta ufficiale dell'Unione europea: Direttiva 2003/40/CE della Commissione del 16 maggio 2003 che determina l'elenco, i limiti di concentrazione e le indicazioni di etichettatura per i componenti delle acque minerali naturali, nonché le condizioni d'utilizzazione dell'aria arricchita di ozono per il trattamento delle acque minerali naturali e delle acque sorgive.  
(f) Gazzetta ufficiale n.78 del 5 aprile 2005 : Decreto Ministero delle Attività Produttive 24 marzo 2005 : gamme delle acque minerali naturali e delle acque di sorgente destinate alla somministrazione.

# Neve a ciel sereno. Ma siamo sicuri che sia proprio “neve chimica”?

**Silvano Fuso**  
silvanofuso@tin.it

Verso metà gennaio 2012 diverse località della pianura padana sono state ricoperte da una coltre di candida neve. Visto il periodo invernale, non ci sarebbe stato nulla di strano. Tuttavia la cosa che ha fatto scalpore (e che ha spinto molte testate giornalistiche a dare ampio spazio alla notizia) è il fatto che il cielo fosse sereno. Praticamente tutti i mass media, hanno parlato di “neve chimica” e, duole dirlo, solamente pochi hanno fornito informazioni corrette sul fenomeno.



**Foto 1.** <http://ambiente.liquida.it/focus/2012/01/17/arriva-la-neve-chimica-in-val-padana-ma-e-colpa-dello-smog/?ct=2>

Innanzitutto occorre dire che tra gli addetti ai lavori e nella letteratura meteorologica specializzata non si trova traccia dell'espressione “neve chimica”. Si tratta quindi di un'invenzione giornalistica che, ancora una volta, usa a sproposito l'aggettivo “chimico/a”. Vediamo di capire però in che cosa consiste il fenomeno.

L'insolito evento meteorologico, per verificarsi, ha bisogno di tre condizioni: 1) temperatura molto bassa (al di sotto dello zero centigrado) negli strati bassi dell'atmosfera a contatto col suolo e fino a un'altezza di almeno 300 metri; 2) forte umidità atmosferica con conseguente formazione di nebbia, causata dall'inversione termica; 3) presenza di particelle solide sospese nell'aria (particolato). Queste ultime possono essere di varia natura e origine. Nelle zone urbane il caso più frequente è costituito da polveri derivanti dall'inquinamento causato dal traffico automobilistico e dagli impianti di riscaldamento domestico. Nelle zone industriali il particolato può invece essere emesso dagli impianti. Il ruolo del particolato sospeso è importante in quanto le particelle agiscono da nuclei di brinamento che portano alla formazione dei cristalli di neve e alla loro successiva precipitazione. Osserviamo che lo stesso ruolo può essere svolto anche da particolato di origine naturale, quali polveri vulcaniche o di altra fonte. Gli esperti di fisica dell'atmosfera (come ad esempio Vincenzo Levizzani, ricercatore presso l'Istituto di Scienze dell'atmosfera e del clima al Cnr di Bologna) hanno osservato tuttavia che le particelle di particolari sostanze, quali gli ioduri di mercurio, piombo e cadmio, hanno una struttura simile a quelle dei cristalli esagonali di ghiaccio e ciò facilita l'innesco del brinamento del vapore acqueo (non a caso gli alogenuri di argento vengono utilizzati per provocare precipitazioni artificiali e “scaricare” in tal modo le nubi).

La presenza di nuclei di condensazione è necessaria, ma ancora più fondamentale è la presenza di umidità atmosferica e di basse temperature. Nei giorni di gennaio in cui il fenomeno è stato particolarmente intenso, i valori delle polveri sottili al suolo (PM10), anche se superiori al limite di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sono stati inferiori (valori medi di  $60\text{-}68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) rispetto a quelli dei giorni precedenti (valori medi di  $80\text{-}85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), in cui il fenomeno non si è verificato.

Il fenomeno si manifesta raramente perché di solito la nebbia mantiene la temperatura dell'aria intorno a valori generalmente superiori a zero gradi centigradi. Nei giorni di metà gennaio invece la temperatura si è mantenuta tra i  $-2$  e i  $-4$  °C, nonostante la nebbia, con una umidità relativa vicina al 100%.

Sebbene questo tipo di precipitazione sia un fenomeno raro, quella del gennaio 2012 non è stata la prima volta in cui si è verificato. Si ricordano altri episodi nel passato. Nel 1984, a Segrate (MI), durante il periodo natalizio, si verificò una nevicata con cielo sereno e nebbia e in tale occasione cominciò a circolare per la prima volta l'espressione “neve chimica”. Negli inverni 1989 e 1990, caratterizzati da lunghi periodi anticiclonici e da inversioni termiche, ven-

## Neve a ciel sereno

nero segnalati episodi di “neve chimica” abbondante in Val Padana, soprattutto nel Parmense. Un altro episodio venne segnalato a Paderno Dugnano (MI) nel dicembre 2008 in una zona semi-industriale: in tale occasione si depositarono al suolo 2 cm di neve in un'area di circa 1 Km. Responsabile delle emissioni atmosferiche sembra essere stato il “polo chimico” che rilasciava un particolato di solfuro di rame, ossido di rame, ioduri di mercurio, di piombo e di cadmio.

Il fenomeno della “neve chimica” non va confuso con quello della *galaverna*. Quest'ultima infatti deriva dal brinamento diretto e immediato dell'umidità atmosferica con formazione di cristalli di ghiaccio su alberi o oggetti più freddi (come cavi elettrici, ecc.). La “neve chimica”, al contrario, si forma per cristallizzazione dell'acqua intorno alle particelle solide sospese nell'aria e successiva precipitazione.

Il fenomeno ha causato un certo allarmismo, tuttavia non rappresenta alcun pericolo, a meno di non ingerire la neve. Come ha affermato il sopracitato Levizzani: «Tecnicamente, in nessun caso si dovrebbe ingerire la neve perché non è mai acqua pura: nel caso di quella “chimica” consiglieri di evitarlo nel modo più assoluto. Va precisato comunque che le sostanze inglobate nelle precipitazioni, nevose o liquide, sono sempre limitate: in ogni caso, se da un lato fungono da “spazzini” dell'atmosfera, impedendoci di respirare sostanze nocive, dall'altro le depositano sul suolo, entrando nel ciclo dell'acqua e degli alimenti»[1].

Dicevamo che la denominazione “neve chimica” è impropria ed è sostanzialmente un'invenzione giornalistica. Stefano Tibaldi, direttore generale dell'Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente dell'Emilia Romagna, ha affermato a questo proposito: «È un'invenzione lessicale: la neve “chimica” non esiste. Non c'è alcuna differenza tra le nubi in quota e la forte nebbia, che è semplicemente una nube a contatto con il suolo. Quello che scatena la neve è sempre un accumulo di vapore sui cosiddetti nuclei di condensazione, generalmente aerosol, polveri e particelle, siano esse naturali o provenienti dall'attività dell'uomo. E non c'è niente di nuovo: lo aveva spiegato già bene Claudio Cassardo, professore associato presso la Facoltà di Scienze matematiche fisiche e naturali dell'Università di Torino, dove pure si è verificato spesso il fenomeno. “Neve da nebbia” mi sembra molto più appropriato»[2].

Evidentemente chi ha inventato l'espressione “neve chimica” lo ha fatto nel tentativo di attribuire al fenomeno un carattere più inquietante e allarmistico. Purtroppo l'aggettivo “chimico” è continuamente contrapposto a “naturale” con intenti denigratori. Come sa chiunque abbia un minimo di nozioni chimiche, si tratta di una contrapposizione del tutto priva di senso. Anche quelle naturali sono infatti sostanze chimiche e non è affatto detto che le sostanze di origine naturale siano meno nocive di quelle di origine sintetica. I veleni più potenti che si conoscano, ad esempio, sono proprio di origine perfettamente naturale. Ma si sa, nel linguaggio ipersemplificato dei media è comodo trovare un capro espiatorio e attribuire alla chimica la causa di ogni male è una facile scorciatoia mentale. Ancora una volta una maggiore diffusione della cultura scientifica di base e di quella chimica in particolare gioverebbe moltissimo al mondo dell'informazione.

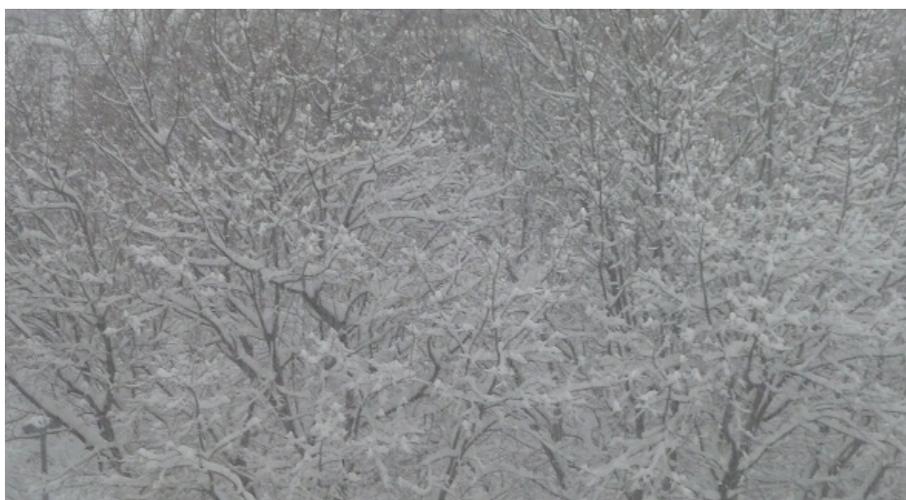


Foto 2. Il fenomeno registrato in provincia di Bologna

### Riferimenti

[1] C. Di Martino, “In Val Padana arriva la neve chimica. Che ripulisce l'aria dallo smog”, *Il Fatto Quotidiano*, 18 gennaio 2012: <http://www.ilfattoquotidiano.it/2012/01/18/padana-arriva-neve-chimica-ripulisce-laria-dallo-smog/184795/>;

[2] Ibidem e C. Di Martino, “Un'invenzione lessicale”, *Climascienza*, 18 gennaio 2012:

[http://www.climascienza.it/index.php?option=com\\_content&view=article&id=273:la-neve-chimica&catid=6:inquinamento&Itemid=17](http://www.climascienza.it/index.php?option=com_content&view=article&id=273:la-neve-chimica&catid=6:inquinamento&Itemid=17).

# Inquinamento da idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

## Prima valutazione degli IPA a Mottola e approccio educativo al lavoro scientifico

**Domenico Potenz, Gabriella Pansini**

*Gruppo di Lavoro dell'Associazione AVAMPOSTO.EDUCATIVO Onlus<sup>1</sup>*

dpotenz@alice.it

### **Contributo per la ricerca**

Giuseppe D'Auria, Lisanna D'Onghia, Marco Montemurro

*Liceo Scientifico "A. Einstein" Mottola*

### **Ringraziamenti**

Alessandro Marescotti –PeaceLink per la strumentazione messa a disposizione

Pietro Rotolo –Dir. Sc. Liceo Scientifico Mottola per il sostegno al lavoro con gli studenti

### **Riassunto**

La visione educativa prospettica ha condotto l'Associazione Avamposto.Educativo Onlus a progettare, per giovani maturati che hanno frequentato il **Percorso di Chimica** per i test d'ingresso alle Facoltà Scientifiche, una ricerca di carattere scientifico sul territorio con l'obiettivo di sviluppare una sensibilità e un'attenzione alle problematiche del proprio ambiente.

L'indagine svolta, condotta con un analizzatore portatile della EcoChem Analysis in grado di fornire risposte attendibili in tempi brevi, ha portato ad una prima valutazione dell'inquinamento atmosferico da Idrocarburi policiclici aromatici -IPA-. Le fonti principali di queste sostanze inquinanti derivano dalla produzione di energia termica e trasformazione di combustibili fossili legati a processi industriali quali quelli siderurgici e civili dovuti al riscaldamento e al traffico veicolare. I dati disponibili per il territorio riguardano la città di Taranto, dove la presenza dell'ILVA comporta livelli elevati di inquinamento, in particolare per la quantità di benzo(a)pirene, uno degli IPA per il quale è riconosciuto un alto rischio cancerogeno.

Le misure sono state effettuate il 28.09.2011, tra le ore 17.00 e le ore 19.00, in sei diversi siti appositamente scelti, tenendo conto anche delle condizioni del vento. I risultati della ricerca evidenziano un legame tra concentrazione degli IPA e livello del traffico urbano, raggiungendo valori che superano nettamente il valore soglia individuato in 100 ng/ m<sup>3</sup> in situazione di traffico intenso. Si è anche valutato l'inquinamento all'interno degli ambienti di vita. Il lavoro svolto ha una ricaduta, dal punto di vista della formazione scientifica, sui giovani nel momento di passaggio dalle scuole superiori all'università.

### **Abstract**

An educational vision in perspective has led the Association Avamposto.Educativo to plan a scientific research for young people who attended the courses of Chemistry for the University entrance exam, with the aim of developing an interest in environmental problems.

The analysis, conducted with an EcoChemAnalysis portable analyzer able to provide reliable results in a short time, allowed to measure the air pollution by polycyclic aromatic hydrocarbons-PAH-. The main sources of these pollutants are the production of thermal energy in steel industrial processes and the conversion of fossil fuels in civilian behaviour, consisting in heat and vehicular traffic. The data available refer to the area around the city of Taranto, where the existence of ILVA implies high levels of pollution, particularly for the presence of benzo (a) pyrene, a PAH recognized for its high carcinogenic action.

Measurements were made on 28.09.2011, between 17.00 and 19.00, in six different sites specifically selected, taking into consideration the wind conditions. The research findings show a link between the concentrations of PAHs and the level of city traffic, which reaches values that far exceed the threshold value identified in 100 ng / m<sup>3</sup> in situations of intense traffic. The level of pollution in indoor environments was also evaluated. The work has a positive effect on the quality of scientific education of youth in their transition from high school to college.

<sup>1</sup> Associazione AVAMPOSTO.EDUCATIVO ONLUS –Via Gutenberg, 1 -74017 Mottola  
www.avampostoeducativo.it

## PAROLE CHIAVE

Educazione scientifica; Chimica a scuola; Idrocarburi policiclici aromatici; Inquinamento atmosferico da idrocarburi policiclici aromatici.

## KEY WORDS

Science education; Chemistry at school, polycyclic aromatic hydrocarbons, air pollution from polycyclic aromatic hydrocarbons .

## 1. ASPETTI EDUCATIVI DEL LAVORO SCIENTIFICO

La misura della concentrazione di idrocarburi policiclici aromatici nell'atmosfera a Mottola rappresenta il momento conclusivo di un percorso formativo che l'Associazione Avamposto Educativo Onlus ha organizzato per i neo maturati nell'a.s. 2010-2011. L'obiettivo del percorso era quello di far acquisire in maniera organica le conoscenze essenziali di chimica, sia per affrontare i test d'ingresso alle Facoltà Scientifiche e iniziare un corso di laurea, sia per cogliere alcuni aspetti importanti della relazione tra scienza, tecnologia e società.

L'impegno educativo profuso si situa in un lungo cammino di attenzione verso la preparazione scientifica dei giovani del territorio, cammino vissuto da alcuni del gruppo di lavoro dell'Associazione Avamposto Educativo. In questo contesto, negli anni novanta il prof Antonino Drago ha tenuto, per i ragazzi del 5° anno del corso professionale per Tecnici Chimico Biologici, una serie di incontri sulla storia della scienza, i cui contenuti opportunamente elaborati, hanno condotto alla pubblicazione di un testo divulgativo [1].

L'elaborazione e lo sviluppo del lavoro di ricerca sono stati mirati a consentire, nei ragazzi disponibili all'esperienza, un graduale avvicinamento al contesto pratico e al recupero e integrazione di tutte le acquisizioni scolastiche necessarie. Dopo alcuni incontri introduttivi, in cui si è presentato il progetto di ricerca, si è proceduto ad effettuare le misure sul campo e ad assegnare i vari compiti relativi allo sviluppo dei dati e alla ricerca bibliografica necessaria. Ci è parso importante discutere nel dettaglio gli elementi basilari di un report, il cui schema utilizzato è riportato nella Figura 1, perché questi danno spessore e significato al lavoro scientifico.

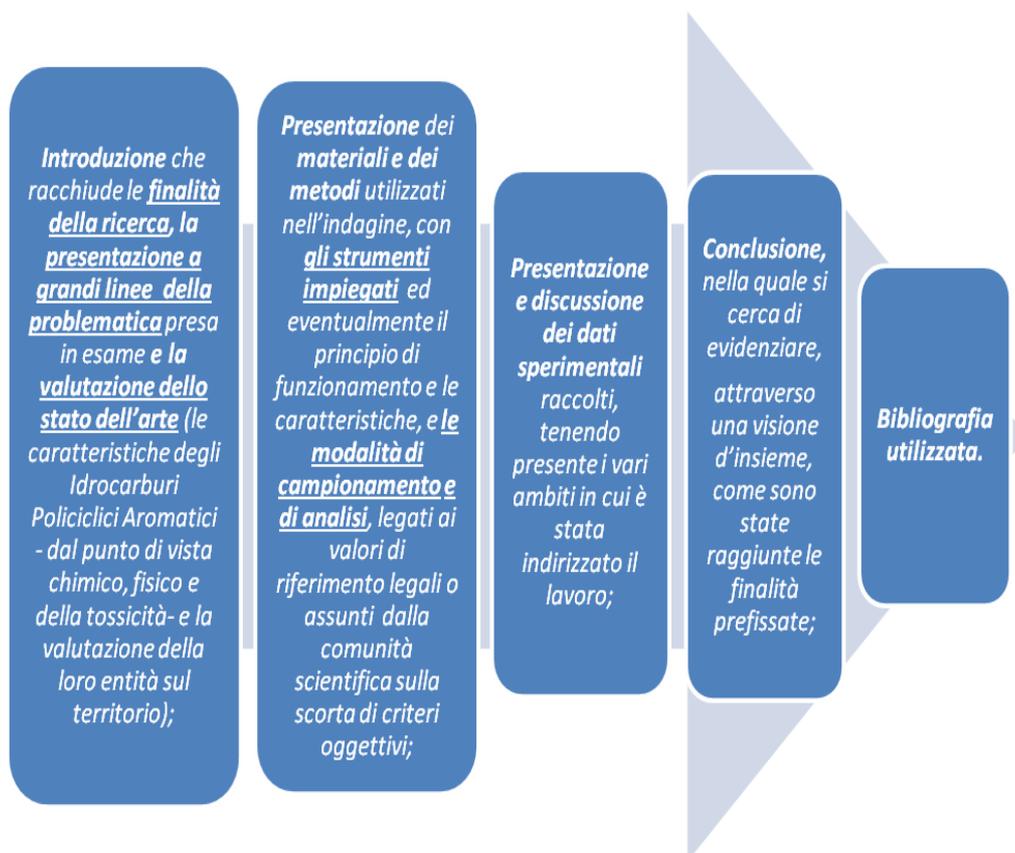


Figura 1. Schema a blocchi dello sviluppo di un report

## 2. INTRODUZIONE

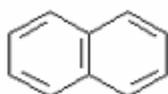
### 2.1 Motivazioni e finalità della ricerca

Le finalità della ricerca sono quelle di valutare il livello di inquinamento da IPA a Mottola, attraverso le misure fatte nelle diverse postazioni prese in esame, e sviluppare, con una conoscenza approfondita della tematica e una divulgazione dei dati, una sensibilità e un'attenzione alle problematiche che minano il benessere del proprio territorio.

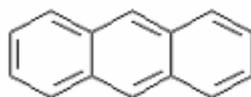
### 2.2 IPA: tipi di composti e provenienza

Gli idrocarburi policiclici aromatici -IPA o PAH nell'acronimo inglese-, sono idrocarburi costituiti da due o più anelli benzenici condensati che si formano generalmente durante i processi di combustione, per polimerizzazione di frammenti delle molecole del combustibile. La reazione di polimerizzazione avviene, in particolare, in condizioni di carenza di ossigeno; i frammenti di combustibile perdono atomi di idrogeno, che con l'ossigeno generano vapore acqueo, e i residui ricchi di carbonio si combinano in modo tale da formare gli idrocarburi aromatici policiclici, molecole relativamente stabili e con un rapporto C/H elevato [2].

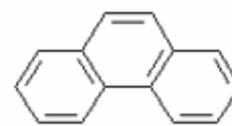
Il più semplice composto degli IPA è il **naftalene**, ottenuto dalla condensazione di due anelli benzenici. La fusione di una terza molecola di benzene porta a due diversi composti, in uno gli anelli sono disposti linearmente (**antracene**) e nell'altro danno luogo ad una ramificazione (**fenantrene**).



**Naftalene**

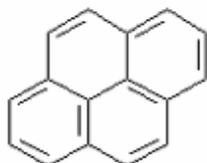


**Antracene**

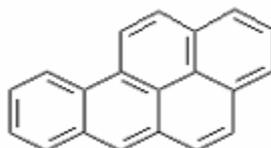


**Fenantrene**

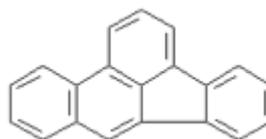
All'aumentare del numero di anelli benzenici utilizzati aumenta il numero dei possibili composti, si valuta che in natura esistono più di cento diversi IPA alcuni dei quali hanno effetti inquinanti e presentano una alta tossicità per i vari organismi, in particolare, per l'uomo. Le molecole riconosciute dannose per la salute degli animali e dell'uomo sono: l'acenaftene, l'acenaftilene, l'antracene, il benzo(a)antracene, il dibenzo(a,h)antracene, il crisene, il pirene, il benzo(a)pirene, l'indeno(1,2,3-c,d)pirene, il fenantrene, il fluorantene, il benzo(b)fluorantene, il benzo(k)fluorantene, il benzo(g,h,i)perilene e il fluorene [3]. Si riportano di seguito le formule di alcuni di questi composti:



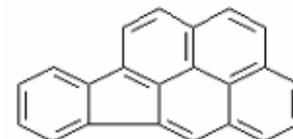
**Benzo(a)Pirene**



**Benzo(a)Pirene**



**Benzo(b)Fluorantene**



**Indeno(1,2,3-c,d)Pirene**

Gli IPA, che si trovano naturalmente nel carbon fossile e nel petrolio, possono provenire da fonti naturali e antropiche. Nel primo caso sono dovuti a biosintesi particolari, effettuate da batteri e piante, e a emissioni in atmosfera durante le eruzioni vulcaniche e l'incendio di boschi. Nel secondo, dove la produzione è legata alle attività dell'uomo, si ottengono dalla combustione incompleta di combustibili di vario tipo, compresi i rifiuti solidi urbani, durante processi industriali (processi siderurgici, di incenerimento e di produzione di energia termica e di trasformazione di combustibili fossili) e civili (sistemi di riscaldamento domestico e traffico veicolare). Gli IPA ad alto peso molecolare, come il benzo(a)pirene, sono presenti in elevate quantità in asfalti, bitumi, carbone e fuliggine di legna ottenuta sempre dalla combustione. Gli IPA a basso peso molecolare, come naftalene e fluorene, essendo solubili in acqua, sono ubiquitari e, pertanto, possono inquinare le acque sotterranee.

### 2.3 Proprietà fisiche e chimiche degli IPA

Gli IPA sono solidi a temperatura ambiente, presentano punti di ebollizione e di fusione elevati che aumentano con il peso molecolare, tendono a sublimare e presentano generalmente una tensione di vapore bassa e inversamente proporzionale al numero di anelli condensati. La solubilità di queste molecole in acqua decresce all'aumentare del peso molecolare, per cui gli IPA con più di quattro anelli si trovano adsorbiti sulla superficie di particelle come il particolato atmosferico, mentre gli IPA a basso peso molecolare con due o tre anelli possono trovarsi liberi nei sistemi acquosi. Sono sostanze altamente lipofili e persistenti e ciò spiega la tendenza ad accumularsi negli organismi per ingestione, respirazione o semplice contatto, raggiungendo concentrazioni nettamente superiori all'ambiente circostante (bioaccumulo).

## Prima valutazione degli IPA a Mottola

La reattività chimica degli IPA è influenzata da molti fattori ambientali fra i quali la luce, la temperatura, i livelli di ossigeno e di ozono, la presenza di materiale capace di adsorbirli. È stato osservato che l'adsorbimento su materiale particolato, quale ad esempio la fuliggine, ne riduce l'ossidazione fotochimica che porta alla loro decomposizione.

Gli IPA immessi in atmosfera con un numero di anelli benzenici minore o uguale a quattro tendono a restare allo stato gassoso e in un tempo ridotto subiscono una degradazione radicalica. Le molecole con un numero superiore a quattro benzeni condensati sono condotti a subire, come è stato detto, un processo di adsorbimento sul particolato, particelle comunemente di cenere o di fuliggine disperse in atmosfera, che tendono a raggiungere la superficie terrestre, cadendo sul suolo o su superfici acquose [4].

Le dimensioni del particolato hanno una notevole importanza, infatti mentre le particelle con diametro superiore a 10  $\mu\text{m}$  sono sedimentabili e non generano problemi respiratori, quelle con diametro inferiore penetrano nel tratto respiratorio. In particolare, il particolato  $\text{PM}_{10}$  -minore di 10  $\mu\text{m}$ - penetra nel naso e nella laringe ed è detto polvere inalabile, quello tra  $\text{PM}_5$  e  $\text{PM}_{2,5}$  si deposita nei bronchioli, il particolato minore di  $\text{PM}_{2,5}$  penetra nei polmoni ed è chiamato polvere toracica, quello di dimensioni ancora inferiori è in grado di penetrare anche negli alveoli ed è detto polvere respirabile.

### 2.4 Effetti inquinanti e tossici per la salute umana

L'inquinamento atmosferico degli IPA, in alcune città, è responsabile di danni alla salute della popolazione, la loro concentrazione ammonta ad alcuni nanogrammi per metro cubo e può raggiungere valori decine di volte superiori in ambienti molto inquinati. La quantità di IPA negli ambienti chiusi è dovuta al fumo del tabacco ed alla combustione, ad esempio, di legno e di carbone. Recentemente sono stati segnalati come "probabili cancerogeni per l'uomo", i gas ed il particolato emessi dagli scarichi degli autoveicoli a motore diesel e alcuni composti nitroderivati.

Gli IPA risultano generare anche un inquinamento delle acque, in particolare marine. Ne sono responsabili la produzione di distillati del catrame di carbone, la fuoriuscita del petrolio dalle raffinerie, dalle petroliere e dalle trivellazioni del petrolio in mare aperto. Nell'acqua potabile, la concentrazione degli IPA comunemente ammonta a pochi ng/l, tanto da essere considerato una fonte trascurabile di tali composti.

Una quantità rilevante è assunta dall'uomo attraverso alcuni cibi cotti a temperatura elevata (prodotti grigliati e affumicati), o contenenti i vegetali a foglia larga, su cui possono depositarsi queste sostanze presenti nell'atmosfera sotto forma di aerosol, e il fumo di tabacco.

Vari IPA sono stati classificati dalla IARC (International Agency for Research on Cancer) come "possibili cancerogeni per l'uomo", e il Benzo(a)Pirene -BaP- è stato recentemente (2008) inserito nella categoria 1 come "cancerogeno per l'uomo" e assunto al ruolo di "marker" degli IPA. Gli studi epidemiologici effettuati hanno dimostrato che l'esposizione alle miscele IPA, contenenti in particolare il BaP, come accade per il fumo delle sigarette, comporta un aumento dell'insorgenza di forme tumorali, in particolare ai polmoni, alla pelle ed al tratto genito-urinario [5].

In merito al meccanismo di formazione dei tumori, si rileva che le posizioni relative degli anelli condensati degli IPA svolgono un ruolo importante nel determinarne il livello di potenzialità cancerogena. Gli IPA che, come il Benzo(a)Pirene, rappresentano gli agenti cancerogeni più potenti possiedono una "regione di recesso" (bay region) formata da una ramificazione nella sequenza di atomi degli anelli benzenici -vedi Figura 2- che nell'organismo subisce un'ossidazione ad opera dei sistemi enzimatici presenti negli organi bersaglio come il fegato. Si genera così un intermedio reattivo che costituisce un carcinogeno genotossico. Questo composto può dare un legame con l'RNA o il DNA attraverso la base azotata Adenina, provocando un notevole danno al materiale genetico che può condurre a delle mutazioni e ad un aumento considerevole della probabilità di cancerogenesi.

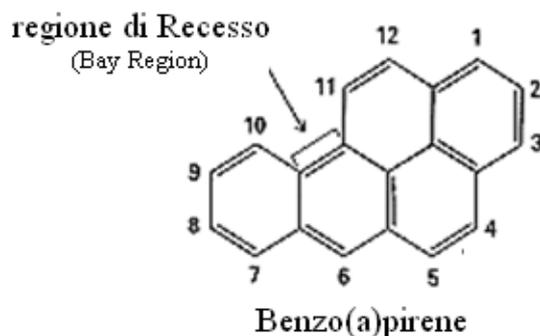


Figura 2. Regione di recesso del Benzo(a)Pirene

## 2.5 Valutazione dell'entità degli IPA a Taranto e Provincia

L'ARPA Puglia (Agenzia Regionale per la Prevenzione e l'Ambiente) nella relazione Tecnica Preliminare del 04 Giugno 2010 offre una valutazione della problematica degli IPA e in particolare del BaP a Taranto e nelle vicinanze, rapporto che risulta essere un obiettivo e valido riferimento per la valutazione dell'inquinamento atmosferico da IPA sul nostro territorio [6].

La normativa italiana, legata al DM 25.11.1994 e al D.lgs. 152/2007, fissa per il Benzo(a)Pirene il valore obiettivo di  $1,0 \text{ ng/m}^3$  calcolato come media su un anno civile e vincola le Regioni a perseguire questo obiettivo agendo sulle principali fonti di emissione (D.lgs.152/2007- Art.2 d) *Valore obiettivo: concentrazione nell'aria ambiente stabilita al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente, il cui raggiungimento, entro un dato termine, deve essere perseguito mediante tutte le misure a tale fine necessarie che non comportano costi sproporzionati*. Attualmente il valore di  $1,0 \text{ ng/m}^3$  è stato sospeso con il D.lgs 155/2010 e verrà reintrodotta come valore obiettivo dal 31/12/2012. Le misure effettuate secondo le norme evidenziano che a Taranto, in via Machiavelli a meno di un chilometro di distanza dall'area a caldo del centro siderurgico dell'ILVA, il valore obiettivo è stato superato sia nel 2008 che nel 2009:

- BaP:  $1,26 \text{ ng/m}^3$  - Valutazione da maggio a dicembre 2008
- BaP:  $1,31 \text{ ng/m}^3$  - Valutazione anno solare 2009

In precedenza altri dati confermano la tendenza, ad esempio il Dipartimento di Chimica dell'Università di Bari aveva trovato nell'autunno 2005 valori di  $1,1 \text{ ng/m}^3$  e nell'inverno 2006 valori di  $1,8 \text{ ng/m}^3$ .

In Figura 3 si riportano gli andamenti mensili delle concentrazioni di BaP nel 2008 e 2009:

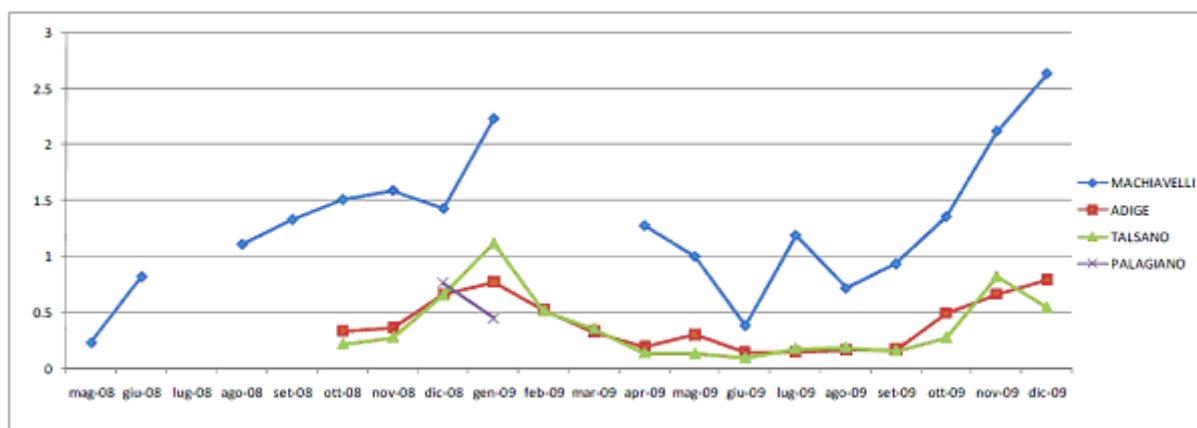


Figura 3. Dati mensili delle concentrazioni di Benzo(a)Pirene a Taranto e zone limitrofe

Il riferimento alla realtà di altre città italiane, secondo i dati riportati da Il Giornale il 19 febbraio 2010, la zona di Taranto a ridosso dell'area industriale si situa tra le realtà più inquinate come Padova e Pordenone, città che raggiungono una quantità di BaP pari a  $1,4 \text{ ng/m}^3$ .

Prendendo in esame gli IPA totali, dal 07 maggio 2009 l'ARPA ha effettuato la loro misura in continuo, su particolato fine con scansione oraria, utilizzando l'apparecchio EcoChem PAS 2000 installato presso la centralina di via Machiavelli. Dai dati raccolti, si osserva che i valori giornalieri raggiungono picchi elevati della durata di poche ore per poi tornare molto bassi e che vi è una stagionalità dell'andamento delle concentrazioni con punte nel periodo di ottobre – dicembre. Queste tendenze possono correlarsi a episodi di inquinamento acuto per lo più nel periodo invernale, anche legato all'impiego di combustibili fossili di bassa qualità per il riscaldamento in ambito civile, e al verificarsi delle inversioni termiche.

Particolarmente interessante è l'andamento della concentrazione di questi idrocarburi in funzione dei venti, analizzando le situazioni atmosferiche in cui si avevano i picchi si è evidenziato che le quantità più elevate di IPA nell'aria si hanno quando i venti spirano dal quadrante di Nord-Ovest con successive riduzioni della velocità (tendenza alla calma), ovvero a venti provenienti dall'area dello stabilimento siderurgico ILVA, limitrofa al quartiere Tamburi, dove sono situati il parco minerali e la cokeria.

Si riportano, nella seguente tabella 1, alcuni dati relativi alla concentrazione di IPA e BaP campionati dall'ARPA in modo vento-selettivo per due siti a Taranto, il primo in via Lago di Bolsena, verso Talsano, e l'altro a Tamburi Chiesa vicino all'area industriale.

**Tabella 1.** Rilevazioni di microinquinanti organici

Sito	Situazione Vento	Periodo	IPA Totali	Benzo(a)Pirene
			ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
Via Lago di Bolsena	Sottovento	11-29/08/08	226,1	1,19
	Sopravento	11-29/08/08	14,3	0,11
	Calma di vento	11-29/08/08	56,9	0,50
Tamburi Chiesa	Sottovento	23/02-05/03/09	638,52	3,88
	Sopravento	23/02-05/03/09	52,09	0,042
	Calma di vento	23/02-05/03/09	689,16	1,76

Le rilevazioni riportate mostrano come le concentrazioni di IPA totali e di benzo(a)pirene intorno all'area industriale siano nettamente superiori per il settore di provenienza "sottovento" rispetto all'area industriale, rispetto alle concentrazioni "sopravento". Queste osservazioni, insieme ad altre, confermano che le emissioni in aria di IPA e BaP sono attribuibili in modo preponderante, per più di un ordine di grandezza, allo stabilimento siderurgico ILVA e, in particolare, alla cokeria. L'Arpa afferma che il contributo derivante dall'impianto cokeria alla concentrazione di BaP rilevata nel sito di via Machiavelli è valutabile, rispettivamente, in più del 99%, mentre le restanti sorgenti emmissive danno un contributo nettamente minore.

Una stima dell'impatto sanitario per la popolazione del quartiere Tamburi-Lido Azzurro di Taranto, fatta secondo le indicazioni dell'OMS, tenendo conto della concentrazione annua (2009) di Benzo(a)Pirene pari a 1,3 ng/m<sup>3</sup> su particolato, porta ad un incremento di circa 2 casi di tumore del polmone. Importante è la constatazione che nel 2009 la produzione dello stabilimento ILVA è stata limitata a circa il 50% rispetto all'anno precedente, per la crisi intervenuta nell'ambito siderurgico.

### 3. Materiali e metodi

#### 3.1 Strumentazione utilizzata

I metodi previsti dalle diverse normative tecniche per la misura degli IPA, curati dai diversi organismi nazionali come l'US-EPA degli Stati Uniti, prevedono un campionamento di volumi elevati di aria, l'estrazione con opportuni solventi, la purificazione e l'analisi con HPLC o GCMS [7]. Nella cromatografia liquida ad alta pressione (HPLC) si utilizza un rivelatore di tipo fluorimetrico (dato che molti di questi composti danno emissione in fluorescenza) oppure un rivelatore di tipo UV a 254nm. Nella tecnica che impiega la gas cromatografia si utilizza un rivelatore a ionizzazione di fiamma -FID- o, migliorando la qualità della misura, combinando il gas cromatografo con lo spettrometro di massa (GCMS).

Tutte queste metodiche richiedono particolari procedure analitiche, che comportano tempi lunghi di analisi e strumentazione complessa, ed esigono un'alta specializzazione degli operatori per cui rendono difficile l'ampiezza e la continuità dei rilevamenti. Per ovviare a questi inconvenienti oggi si è diffuso l'impiego di uno strumento messo a punto dalla EcoChem Analysis, l'analizzatore *EcoChem PAS 2000 CE* -vedi foto riportata nella Figura 4-, che consente misure continue e in tempi rapidi, richiedendo il ricorso alle tecniche ufficiali solo per la calibrazione e il controllo dei dati ottenuti.



**Figura 4.** Foto con le dimensioni dell'apparechio EcoChem PAS 2000 CE-

Le misure sperimentali sono state eseguite con lo strumento citato, messo gentilmente a disposizione da Alessandro Marescotti -responsabile di PeaceLink (Taranto)- sensibile alle problematiche ambientali del territorio come emerge dal suo lungo, puntuale e continuo lavoro di informazione.

### 3.2 EcoChem Pas 2000 CE: Principio di funzionamento e caratteristiche

L'analizzatore utilizzato funziona sul principio della fotoionizzazione selettiva degli IPA adsorbiti sulle particelle di aerosol carboniose con diametro compreso tra 0,01 e 1  $\mu\text{m}$ , particelle che rappresentano una frazione pari o superiore al 95% degli IPA aereodispersi (PAS è l'acronimo di Photoelectric Aerosol Sensor) [8].

Gli aerosol sono esposti ad una stretta e intensa banda di radiazioni UV la cui lunghezza d'onda, corrispondente a 185 nm, è scelta opportunamente in modo che solo le particelle di aerosol che contengono molecole di IPA adsorbiti sono ionizzate, mentre le molecole di gas e gli aerosol di carbonio restano immutate. Gli elettroni emessi vengono successivamente rimossi applicando un campo elettrico. Si riporta nella Figura N.5 lo schema di quanto descritto.

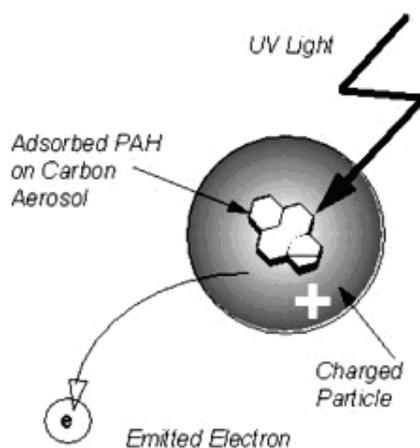


Figura 5. Ionizzazione di particelle di aerosol con IPA adsorbiti  
(Schema della casa costruttrice EcoChem Analysis)

Le particelle cariche positivamente rimanenti sono raccolte su un filtro all'interno di un elettrometro, dove si misura la carica. La corrente elettrica risultante stabilisce un segnale che è proporzionale alla concentrazione totale di particelle che contengono gli IPA legati. Nella Figura N.6 è riportato lo schema dell'apparecchio.

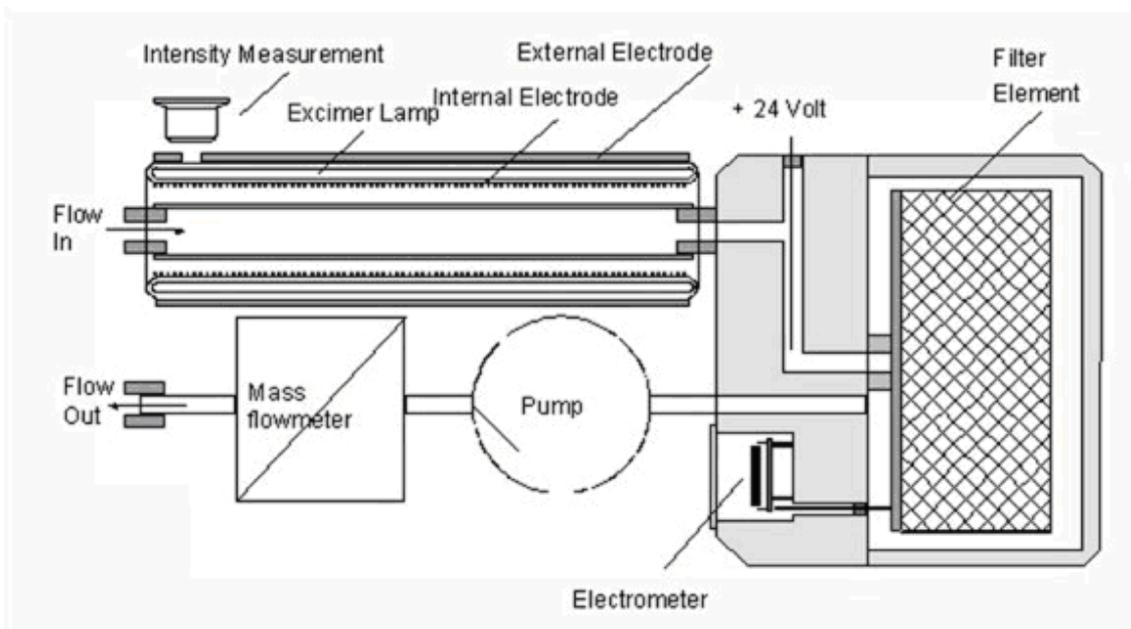


Figura 6. Schema di funzionamento dell'analizzatore EcoChem PAS 2000

## Prima valutazione degli IPA a Mottola

Le caratteristiche salienti dello strumento utilizzato sono:

- Possibilità d'uso in ambienti diversi, viste le ridotte dimensioni (133x236x317 mm) e l'alimentazione a batteria;
- Tempi di risposta di 10 secondi e possibilità di memorizzazione fino a 2500 dati;
- Utilizzo di lampada UV ad eccimeri pulsante per eliminare il rumore di fondo;
- Calibrazione dello zero automatica allo spegnimento della pompa interna allo strumento;
- Risposta dello strumento calibrabile per confronto con analisi chimiche effettuate nel sito;
- Limite di rilevabilità: 3 ng/m<sup>3</sup>;
- Intervallo di misura: 0-1000 ng/m<sup>3</sup>

Lo strumento, attraverso opportuni software può essere tarato per una valutazione mirata dell'inquinamento da traffico urbano o industriale.

### 3.3 Campionamento e valori di riferimento

L'obiettivo di raccogliere informazioni significative sull'inquinamento atmosferico da IPA ha condotto ad uno studio dei punti di prelievo nella Città di Mottola e alla selezione di opportuni criteri operativi, legati anche alle caratteristiche dello strumento.

Il campionamento è stato eseguito tra le ore 17.00 e le ore 19.00 del 28.09.2011, intervallo di tempo dove il traffico urbano è in genere sostenuto. Le condizioni meteorologiche, che come si è visto influenzano notevolmente i risultati, sono state desunte dai bollettini e risultano essere:

*Nubi sparse; Temperatura tra 19 e 23°C; Vento NNE moderato (velocità tra 12 e 25 Km/h)*

I siti scelti per il campionamento esterni nell'atmosfera, ritenuti significativi, sono stati:

- °Via Matteotti, prima dell'incrocio con via Madonna delle 7 Lampade (traffico ridotto)
- °Belvedere -Rotonda- (traffico ridotto)
- °Largo S. Nicola (centro storico)
- °Bivio Mottola, c/o Supermercato Penny (traffico elevato, misure sotto vento)
- °Incrocio via De Gasperi - via Palagianello (traffico intenso)
- °Via Palagianello, all'altezza della Farmacia Lasalvia

Si è poi ritenuto utile valutare:

- L'effetto del vento sulla valutazione degli IPA, per cui al Bivio Mottola si è proceduto a fare delle misure anche c/o Supermercato Dok dalla parte opposta alla strada (letture sopravento);
- L'inquinamento "indoor", ossia interno alle abitazioni, procedendo alla rilevazione dell'entità degli IPA sia nel locale a piano terra in via Matteotti, di fronte al luogo dove si è fatta la misura esterna, sia nella Farmacia Lasalvia;
- l'inquinamento nell'interno delle due auto, una Fiat Punto del 2001 e una Fiat Uno del 1990, utilizzate per gli spostamenti tra i diversi siti, misure fatte con le auto in moto durante il percorso.

Per tener conto della estrema variabilità delle misure, per ogni punto di prelievo sono state effettuate un numero considerevole di ripetizioni, inoltre con l'impiego di un PC portatile i dati sono stati inseriti direttamente su un foglio elettronico per il calcolo delle medie e per avere in tempo reale una valutazione della situazione.

La presentazione dei dati in modo significativo ha richiesto il calcolo dell'errore standard della media e dell'intervallo fiduciale delle medie delle misure fatte per i diversi punti [9], una elaborazione statistica eseguita utilizzando il livello di probabilità del 95%.

In merito ai valori di riferimento, non vi sono norme che definiscono dei limiti vincolanti per gli IPA, la loro pericolosità dipende dalla composizione percentuale dei diversi componenti e dalla loro tossicità. Volendo costruire una scala di riferimento legata alla nostra realtà, prendendo come indice la concentrazione di BaP, dai diversi dati in possesso riferiti alla valutazione quantitativa su di uno stesso campione di 22 IPA tra cui il BaP (vedi dati ARPA Puglia riportati dalla relazione del 04.06.2010 citata e nei Rapporti di Prova del 2011 [10]) si ha che questa molecola è mediamente presente in quantità pari o inferiore al 1% degli IPA totali, per cui nella situazione più sfavorevole a 100 ng/m<sup>3</sup> di IPA si associa 1 ng/m<sup>3</sup> di BaP -valore di allarme indicato dalla normativa-. Questa riflessione, tenendo conto di tutti i limiti posti dalla possibile variazione della composizione di IPA con la tipologia della fonte inquinante e della correlazione tra le misure con lo strumento adottato e quelle con metodi ufficiali, ci porta a considerare, in prima approssimazione un valore soglia per gli IPA di 100 ng/m<sup>3</sup> e ad adottare la scala di riferimento di seguito indicata. Detta scala considera come valori accettabili quelli minori di 10 ng/m<sup>3</sup>, tenendo presente che misure effettuate in ambienti salubri hanno sempre dato tali concentrazioni e che il BaP correlato, anche in situazioni drastiche [11] non supera il valori di 1 ng/m<sup>3</sup>:

**Valore soglia IPA = 100 ng/m<sup>3</sup>**

Intervallo di accettabilità: IPA < 10 ng/m<sup>3</sup>

Intervallo di attenzione:  $10 \text{ ng/m}^3 < \text{IPA} < 50 \text{ ng/m}^3$   
 Intervallo di pre-allarme:  $50 \text{ ng/m}^3 < \text{IPA} < 100 \text{ ng/m}^3$   
 Zona di allarme:  $\text{IPA} > 100 \text{ ng/m}^3$

#### 4. Dati sperimentali e Discussione

##### 4.1 Valutazione nei punti prelievo

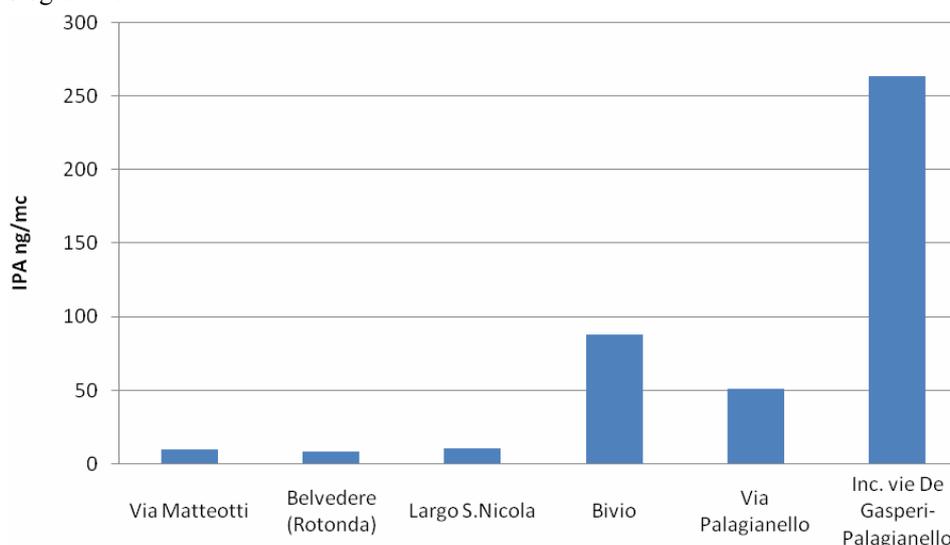
Le misure sull'entità degli Idrocarburi policiclici aromatici, nei vari siti individuati, per valutare la qualità dell'aria a Mottola, sono state riportate nella Tabella 2. Sempre nella tabella sono state indicate, insieme al valore medio IPA delle diverse misure ripetute nel tempo e del numero di tali ripetizioni, la valutazione statistica dell'errore standard della media e dell'intervallo fiduciale, lo stato del traffico da autoveicoli e la direzione del vento, la data e l'ora delle determinazioni con il relativo sito.

**Tabella 2.** Rilevazione IPA tot nei siti selezionati

Sito	Data e Ora	Stato del Traffico / Vento	Numero di Ripetizioni	IPA	Errore Standard della Media	Intervallo Fiduciale
				ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
Via Matteotti	28.09.2011 Ore 17.25	Minimo	46	8	0,7	8± 1
Belvedere	28.09.2011 Ore 17.38	Assente	70	11	0,8	11± 2
Largo S.Nicola (Centro storico)	28.09.2011 Ore 18.00	Assente	68	6	0,3	6± 1
Bivio Mottola	28.09.2011 Ore 18.37	Elevato / Sottovento	101	88	6	88± 11
Inc.vie De Gasperi - Palagianello	28.09.2011 Ore 19.00	Intenso	56	264	25	264± 51
Via Palagianello	28.09.2011 Ore 18.47	Elevato	35	51	2	51± 4

Dall'esame dei dati della tabella emerge chiaramente che i primi tre punti di prelievo presentano una concentrazione di idrocarburi molto bassa, tale da trovarsi verso la parte inferiore dell'intervallo di accettabilità. Si tratta di siti dove il traffico è minimo o assente ed emerge il valore più basso, anche se non significativamente diverso, del Centro storico. Nella scala crescente di valori, troviamo via Palagianello (altezza Farmacia Lasalvia) con una concentrazione di IPA tra l'intervallo di attenzione e quello di pre-allarme, Bivio Mottola (lato Supermercato Penny) con gli IPA nell'intervallo di pre-allarme e, infine, Incrocio tra via De Gasperi e via Palagianello (sull'isola pedonale centrale) con valori che si situano nella zona di allarme. Quello che emerge chiaramente è un parallelismo tra i valori delle concentrazioni e l'entità del traffico da autoveicoli.

Una visione immediata della diversa situazione tra i vari siti si ha con la Figura 7 che riporta i valori medi degli IPA in un grafico a istogramma.



**Figura 7.** Confronto tra i valori medi degli IPA nei diversi siti

## Prima valutazione degli IPA a Mottola

Per poter apprezzare la variabilità delle misure durante le varie rilevazioni, si riporta in Figura 8 il loro andamento nel tempo, per i diversi siti. Le misure si susseguono a intervalli regolari di 10 secondi. Un'indicazione di questa variabilità ci viene fornita osservando la variazione della media in eccesso o in difetto, in merito all'intervallo fiduciale. Questa variazione è legata alla deviazione standard, un parametro statistico che indica la dispersione dei dati. Il sito Incrocio tra via De Gasperi e via Palagianello, con una variazione di  $\pm 51 \text{ ng/m}^3$ , presenta la massima deviazione standard.

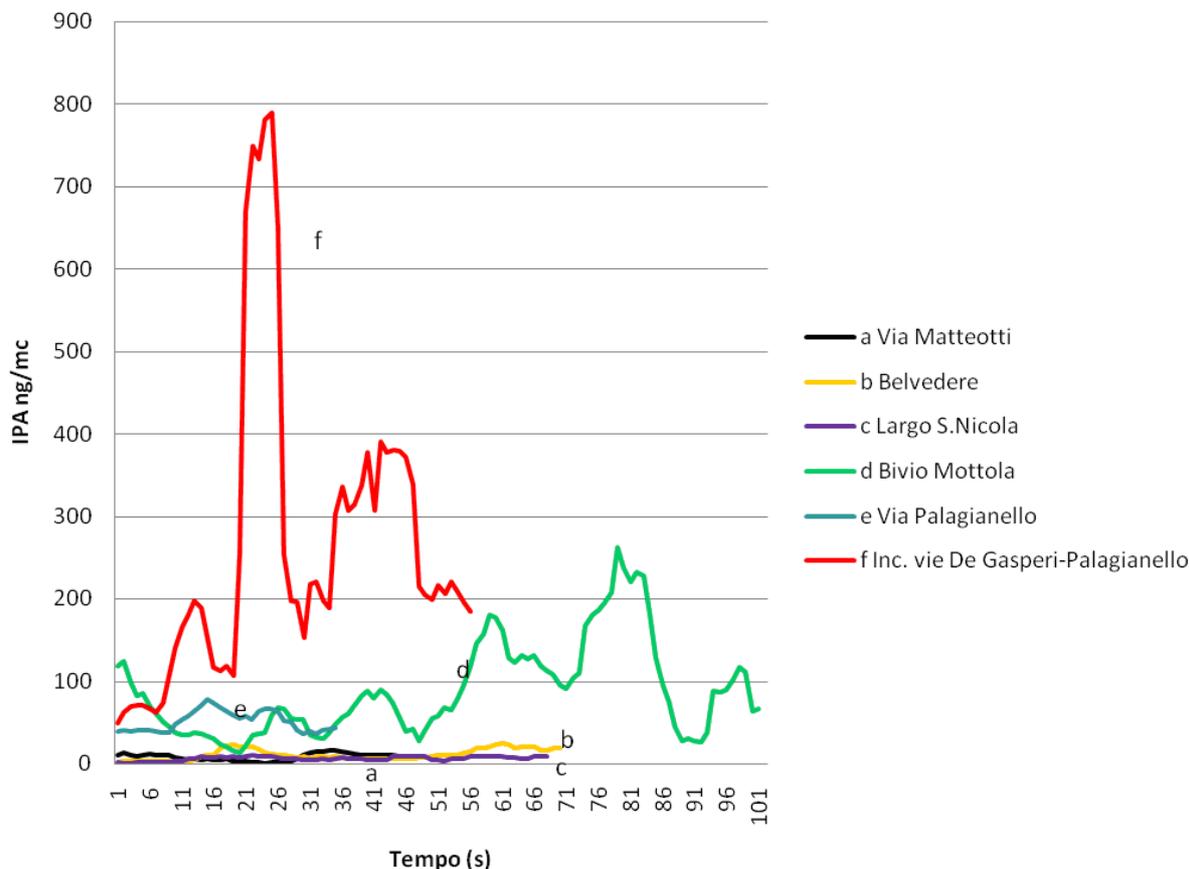


Figura 8. Andamento, nel tempo, dei valori delle misure ripetute per i siti in esame

### 4.2 Valutazioni vento selettive e indoor

Una variabile che, come si è evidenziato attraverso la Tabella 1, incide in modo preponderante sulle misure di IPA è la condizione del vento, in particolare se il punto di rilevamento è sottovento o sopravvento o, ancora, si è in condizioni di calma.

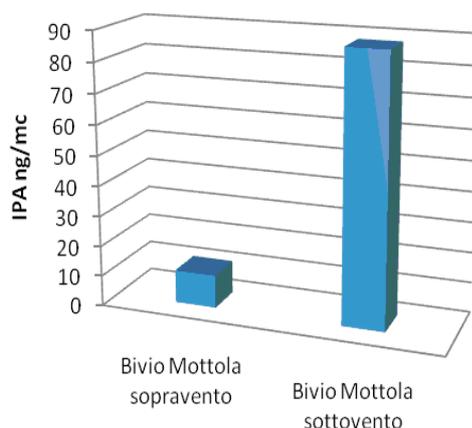
Nella Tabella N. 3 sono riportate le misure fatte al Bivio Mottola nelle due situazioni, al lato supermercato Penny – sottovento- e al lato supermercato Dok -sopravvento-, i valori medi trovati risultano tangibilmente diversi, per cui una valutazione del livello di inquinamento è significativa solo se è vento selettiva.

Tabella 3. Confronto tra misure sottovento e controvento

Sito	Data e Ora	Stato del Traffico / Vento	Numero di Ripetizioni	IPA	Errore Standard della Media	Intervallo Fiduciale
				ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
Bivio Mottola*	28.09.2011 Ore 18.37	Elevato / Sottovento	101	88	6	88± 11
Bivio Mottola	28.09.2011 Ore 18.37	Elevato/ Sopravvento	66	11	0,4	11± 1

\*Dati inseriti nella Tabella 2

La diversità dei risultati in funzione del vento, si evidenzia chiaramente nel grafico a istogramma riportato nella Figura 9.



**Figura 9.** Confronto tra i valori medi degli IPA al Bivio nelle condizioni sopra- e sotto-vento-

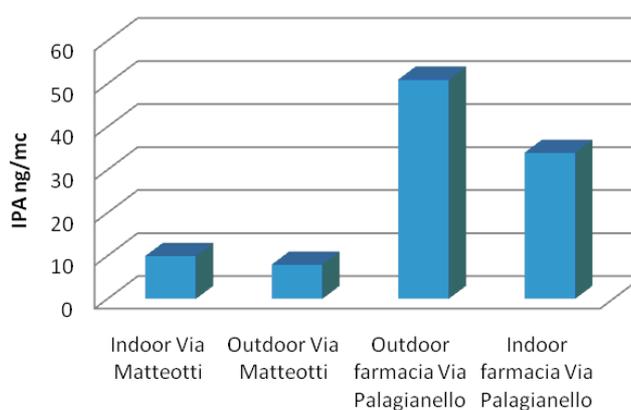
Per la salute umana è anche importante la stima della concentrazione degli IPA negli ambienti destinati ad abitazione o ad attività varie, in confronto alla situazione esterna, escludendo ovviamente fonti interne di inquinamento atmosferico. Questa valutazione è stata fatta in via Matteotti, facendo riferimento al locale a piano terra di fronte alla postazione esterna di misura, e in via Palagianello, negli ambienti della Farmacia. I risultati delle misure sono riportati nella Tabella 4, dalla quale si deduce che, per basse concentrazioni di IPA -via Matteotti- i dati sono sovrapponibili, essendo le differenze non significative, mentre per concentrazioni apprezzabili -Via Palagianello- si evidenzia che l'ambiente interno ne risente.

**Tabella 4.** Confronto tra misure effettuate all'esterno e all'interno di ambienti

Sito	Data	Numero di Ripetizioni	IPA	Errore Standard della Media	Intervallo Fiduciale
			ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
Via Matteotti* - Esterno -	28.09.2011	46	8	0,7	8± 1
Via Matteotti - Interno -	28.09.2011	44	10	0,4	10± 1
Via Palagianello* - Esterno -	28.09.2011	35	51	2	51± 4
Via Palagianello - Interno -	28.09.2011	36	34	2	34± 4

\*Dati inseriti nella Tabella 2.

Anche in questo caso si riportano i dati nel grafico a istogramma di Figura N. 10, per meglio evidenziare quanto emerso.



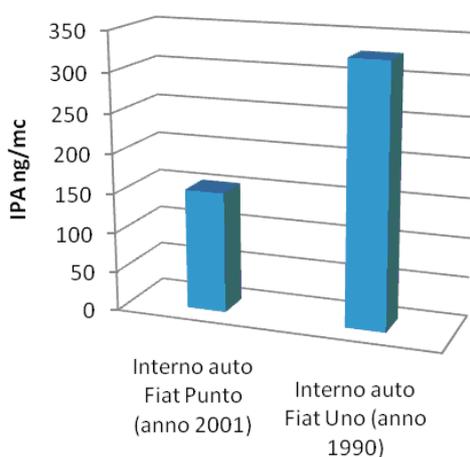
**Figura 10.** Confronto tra i valori medi degli IPA in via Matteotti e in via Palagianello, in condizioni outdoor e indoor

## Prima valutazione degli IPA a Mottola

Per completare la trattazione della problematica dell'inquinamento atmosferico negli ambienti chiusi, si sono effettuate misurazioni di IPA all'interno di due auto in moto, una Fiat Punto del 2001 e una Fiat Uno del 1990, impiegate durante gli spostamenti tra i diversi siti scelti. Dai dati, riportati nella Tabella 5 e nella Figura 11, si evidenzia che la concentrazione degli inquinanti è elevata e superiore al valore soglia. Questa osservazione risulta essere importante ai fini della difesa della salute.

**Tabella 5.** Misure effettuate all'interno di automobili in movimento (con motore acceso)

Auto	Data e Ora	Numero di Ripetizioni	IPA	Errore Standard della Media	Intervallo Fiduciale
			ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
Fiat Punto 2001	28.09.2011	24	153	5	153± 10
Fiat Uno 1990	28.09.2011	28	328	8	328± 16



**Figura 11.** Confronto tra i valori medi degli IPA nelle auto Fiat Punto 2001 e Fiat Uno 1990

## 5. Conclusioni

### 5.1 Risultati della ricerca

L'analisi puntuale fatta sui dati raccolti consente alcune riflessioni sulle problematiche dell'inquinamento atmosferico a Mottola.

Dal punto di vista generale si può affermare che il tipo di inquinamento riscontrato è essenzialmente dovuto al traffico auto veicolare non essendo ancora in funzione gli impianti di riscaldamento, né sono pensabili altre fonti. Non è ipotizzabile, nelle condizioni sperimentali utilizzate, un effetto della zona industriale di Taranto in quanto intorno alle ore 15,30 sono state fatte delle misure sulla statale 100, costeggiando l'ILVA, dalle quali emerge un valore medio di IPA pari a 34 ng/m<sup>3</sup> con un errore standard della media di 2 ng/m<sup>3</sup> e l'intervallo fiduciale di 34 ± 4 ng/m<sup>3</sup>.

La concentrazione di IPA, nelle due situazioni di traffico peggiori -incrocio vie De Gasperi /Palagianello e Bivio-, raggiunge valori anche elevati, con punte rispettivamente di 790 e 262 ng/m<sup>3</sup>. Ciò indurrebbe a valutare la possibilità di interventi per regolare la circolazione degli autoveicoli.

Le misure che tengono conto della direzione dei venti indicano che porsi in posizione sopravvento, è importante perché, come si è riscontrato al Bivio, anche valori elevati di IPA possono rientrare nell'intervallo di accettabilità. Le osservazioni riguardanti la situazione degli ambienti chiusi, portano a dire che, sempre in assenza di particolari fonti interne di inquinamento, si può pensare alla tendenza alla diffusione degli inquinanti atmosferici tra fuori e dentro i locali, come dicono i dati di via Palagianello, in tali situazioni sarebbe utile un opportuno ricambio di aria. Per quanto riguarda l'interno degli autoveicoli, i dati raccolti sono particolarmente allarmanti per auto datate e, pertanto risulta importante un controllo dell'impianto di circolazione dell'aria nell'abitacolo e dello stato dei filtri.

Una sintesi dei risultati delle misure effettuate è riportata nella Figura 12, dove i valori medi degli IPA per ogni sito di campionamento sono posizionati sulla mappa della cittadina di Mottola.

Rilevamento IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici), 28/09/2011 Mottola (Ta)  
Ore 17.00 - 19.00 Temperatura tra 19 e 23°C; Vento NNE moderato (velocità tra 12 e 25 Km/h)

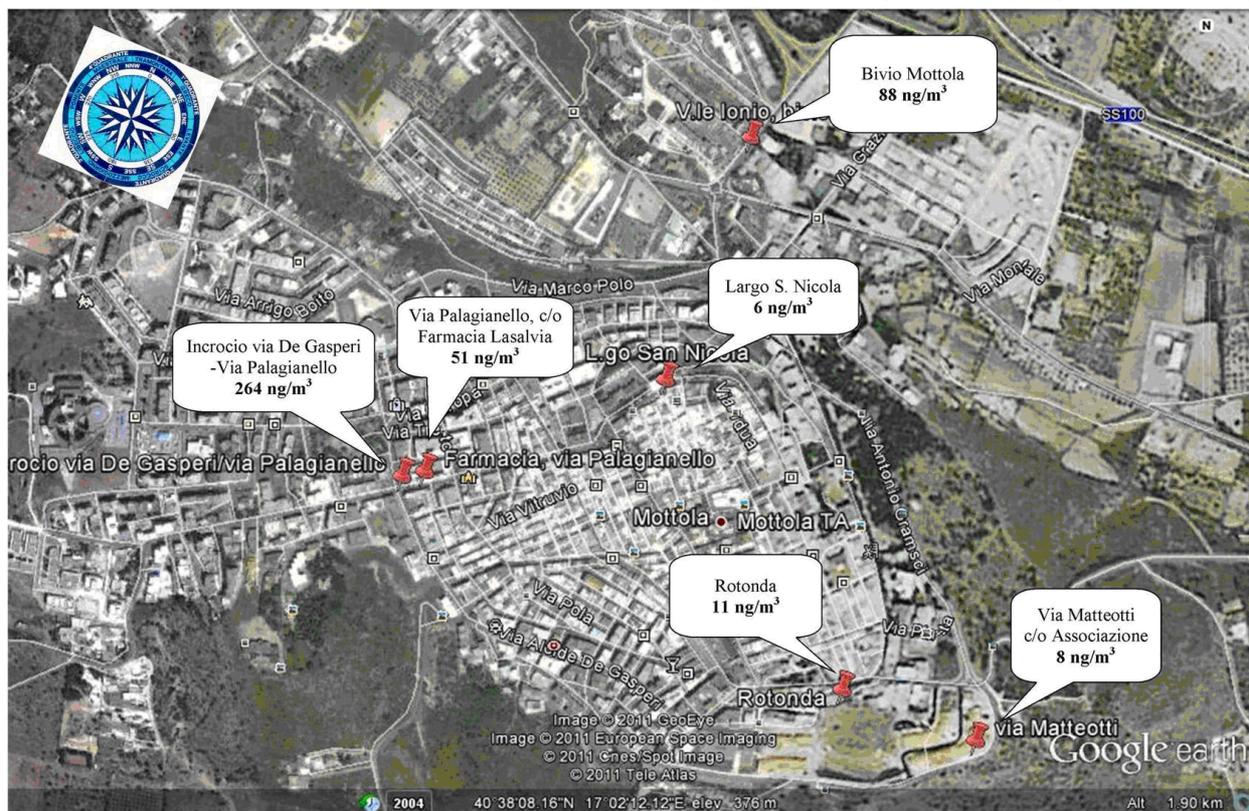


Figura 12. Valori medi degli IPA nei siti di campionamento, riportati sulla mappa di Mottola

## 5.2 Punti di arrivo del lavoro educativo

Il momento finale del lavoro educativo svolto è stato la comunicazione dei risultati agli abitanti del territorio, in particolare agli studenti del Liceo Scientifico e ai genitori, avvenuta il 30.12.2011. Questo momento ha avuto diverse valenze, una rivolta ai giovani coinvolti che, attraverso una presentazione preparata con il programma PowerPoint, hanno esposto la ricerca, e l'altra verso gli studenti presenti, che hanno potuto cogliere i diversi aspetti dell'esperienza formativa.

Riportiamo di seguito quelli che riteniamo siano stati i punti salienti della ricerca, per la formazione scientifica dei giovani:

- Il lavoro improntato sulla "soluzione" di un problema concreto, quale la valutazione dell'inquinamento atmosferico, che caratterizza la scienza chimica [12];
- Le modalità di individuazione dei siti dove effettuare le misure e la capacità di fare scelte rapide in loco, ad esempio per tener conto della direzione dei venti;
- L'attenzione alle caratteristiche strumentali ai fini della significatività delle misure, vedi la correlazione con i metodi ufficiali e il limite di rilevabilità;
- L'elaborazione statistica dei dati registrati, con la stima dell'errore;
- La problematica dei valori di riferimento per una lettura dei dati ai fini di un primo giudizio sull'inquinamento atmosferico.

La funzione di tutor svolta dal nostro gruppo di lavoro verso i neo maturati che si sono preparati per sostenere i test universitari e, in particolare, per quelli che hanno accolto la proposta della ricerca sugli IPA ha consentito di facilitare e rendere più consapevole il passaggio agli studi scientifici. Questo pensiero, sostenuto dall'esperienza fatta da alcuni di noi in passato [13] e da un'esplicita richiesta del Dirigente Scolastico del Liceo, ci ha condotto a formulare un percorso di "indirizzo agli studi scientifici" per gli alunni delle classi 5° con l'obiettivo di completare la visione di scienza mediata dagli studi fatti, verificare il bagaglio di conoscenze in riferimento al tipo di percorso scientifico da scegliere e cogliere alcuni aspetti del legame scienza - tecnologia - società, fondamentali per le sfide della nostra società complessa.

### Link utili per approfondimenti e ricerche

Si riportano alcuni siti internet relativi alla Casa Costruttrice dello strumento EcoChem PAS 2000 CE, alle Istituzioni per l'ambiente e all'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro dell'Organizzazione Mondiale della Sanità.

Ecochem Analytics costruttrice Eco PAS 2000 CE

<http://www.ecochem.biz>

ARPA Puglia, Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

<http://www.arpa.puglia.it>

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare

[http://www.minambiente.it/home\\_it/index.html?lang=it](http://www.minambiente.it/home_it/index.html?lang=it)

European Environment Agency (EEA)

<http://www.eea.europa.eu>

IARC – The International Agency for Research on Cancer (IARC)

<http://www.iarc.fr>

US Environmental Protection Agency

<http://www.epa.gov/>

### BIBLIOGRAFIA

1. A. Drago, *Le due opzioni. Una storia popolare della scienza*, La Meridiana, Molfetta, 1991, 11-15
2. L.W. Ledbetter, *Air pollution*, Dekker, New York, 1972
3. USEPA, *Locating and Estimating Air Emissions from sources of Polycyclic Organic Matter (POM)*, Research Triangle Park, PB88-149059, 1987
4. S. O. Baek et al., *Phase distribution and particle size dependency of PAHs in urban atmosphere*, Chemosphere, 1991,22, 5-6, 503-520.
5. A. Dipple, *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon. Carcinogenesis, Polycyclic Hydrocarbons and Carcinogenesis*, ACS Symposium Series 283, 1985, Washington, DC.
6. ARPA Puglia, *Relazione Tecnica Preliminare -Benzo(a)Pirene aereo disperso presso la stazione di monitoraggio della qualità dell'aria di via Macchiavelli a Taranto- Bari 04.06.2010*
7. California Air Resources Board, *Determination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH) emissions from stationary sources*, Method 429, 1989.
8. EcoChem Analytics, Technical References, League City USA, 2011 - Sito internet: [ww.ecochem.biz](http://www.ecochem.biz)
9. L. Lison, *Statistica applicata alla biologia sperimentale*, Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 1961, 44-51
10. Rapporto ARPA Puglia AR 1147 del 05.07.2011
11. ARPA Puglia Risultati analitici sulla concentrazione dei microinquinanti organici nei campioni di Particolato PM10 prelevato in Torchiarolo (BR) nei giorni 25-27 febbraio 2011
12. A. Drago *I rapporti della chimica con le altre teorie scientifiche*, La chimica nella scuola, 2010, XXXII, n.4, 10-17
13. L. A. Calianno, D. Potenz, *Dalla formulazione del progetto educativo al dialogo con il tutor*, Scuola e città, 1995, 8, 350-354

# Progetto Lauree Scientifiche: conoscere per sapere

**Riccardo Carlini<sup>1,2</sup>**

*1 Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale – Via Dodecaneso 31 - 16146 Genova*

*2 INSTM : Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali*

*carlini@chimica.unige.it*

## **Riassunto**

*Il Progetto Lauree Scientifiche nasce con l'intento di incrementare il numero degli iscritti a corsi di laurea in Chimica, Fisica, Matematica e Scienza dei Materiali. Nel progetto di scienza dei materiali sviluppato presso il Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale dell'Ateneo genovese sono state proposte attività didattiche teoriche e pratiche volte alla divulgazione della disciplina ed alla formazione di studenti ed insegnanti del triennio della scuola superiore. Gli argomenti scelti, che hanno il "colore" come filo conduttore, rendono le attività adeguate ai diversi curricula didattici. Grazie all'ampia partecipazione è stato possibile valutare i feedback degli studenti e degli insegnanti riguardo ai seminari ed ai laboratori svolti. La positività dei giudizi espressi ha conferito un alto valore al lavoro effettuato, esaltando l'efficacia del progetto stesso che si prefigge l'intento di fungere da ponte tra le discipline scientifiche insegnate nella scuola superiore ed i corsi di laurea scientifici dell'università.*

## **Abstract**

### **Progetto Lauree Scientifiche: learning to know**

*The "Progetto Lauree Scientifiche" was born in 2004 with the aim to increase the number of students in the degree courses of Chemistry, Physics, Maths and Materials Science. In the plan regarding Materials Science, performed in Chemistry and Industrial Chemistry department of Genoa University, practical and theoretical activities were offered to divulge this subject and to train students and teachers of high school triennium. The selected topics have as the central thread the "colour": this property make these activities proper to different didactic "curricula". Thanks to the great attendance, the students and teachers feedbacks regarding carried out activities were investigated. The good answers make this project a high-value work reaching the primary aim: this plan represent a bridge among scientific matters taught in the high school and the scientific degree courses in university.*

Il Progetto Lauree scientifiche nasce nel 2004 con l'intento di incrementare il numero degli iscritti ai corsi di laurea in Chimica, Fisica, Matematica e Scienza dei Materiali. Da subito esso vede la stretta collaborazione tra il Ministero dell'Università e dell'Istruzione, la Conferenza Nazionale dei Presidi di Scienze e Tecnologie e Confindustria che, grazie a differenti contributi, gli conferiscono ufficialità e prestigio. Gli obiettivi del progetto sono principalmente tre:

- migliorare la conoscenza e la percezione delle discipline scientifiche nella scuola secondaria di secondo grado, garantendo agli studenti del triennio attività pratiche e teoriche, laboratori curricolari ed extracurricolari, approfondimenti specifici sui vari aspetti che caratterizzano le discipline scientifiche.
- favorire un percorso di crescita professionale degli insegnanti di materie scientifiche nella scuola secondaria, tramite l'interazione diretta tra Scuola e Università
- ridurre, da un lato, il "gap" presente tra scuola e mondo del lavoro e, dall'altro, tra scuola e università. A tale scopo sono incentivati e promossi stages e tirocini presso università, enti di ricerca, imprese dell'area scientifica, tecnologica e dello sviluppo.

Gli oltre 100 progetti, proposti da 38 atenei italiani, distribuiti uniformemente su tutto il territorio italiano, sono suddivisi in quattro aree: Chimica, Fisica, Matematica e Scienza dei materiali. Secondo i dati forniti dal MIUR nel periodo compreso tra il 2005 e il 2008 hanno partecipato al PLS circa 3000 scuole, 4000 docenti della scuola secondaria e 1800 docenti universitari: questi numeri inducono a riflettere su quanto questo progetto sia stato, e continui ad essere, un ottimo volano per consolidare la rete di collaborazione tra enti, istituzioni e imprese.

Il progetto proposto dal corso di Laurea in Scienza dei materiali presso l'Università di Genova vede come responsabile locale il professor Rinaldo Marazza, ordinario di chimica generale e inorganica, come coordinatore il sottoscritto e come collaboratori alcuni professori associati e ricercatori.

Il gruppo operativo universitario ha effettuato alcuni incontri per definire la bozza di progetto da sottoporre agli insegnanti delle scuole; la bozza, che aveva soltanto l'intento di fornire un piano omogeneo sul lavoro futuro, era destinata ad essere messa in discussione e migliorata con l'intervento di tutti i partecipanti. Proprio durante l'incontro preliminare tra personale universitario e docenti della scuola secondaria, è stato possibile affrontare diversi argomenti di

discussione quali il numero delle esperienze da proporre, le modalità della loro esecuzione, la tempistica, la logistica, nonché la valutazione dei risultati e l'autovalutazione. Il progetto definitivo, pertanto, è frutto di un confronto attivo ed efficace tra le diverse realtà coinvolte, che hanno saputo integrarsi ed apportare elementi costruttivi, nei modi e nelle misure che meglio le rappresentano.

### Struttura del progetto

#### Attività proposte

Molti sono gli argomenti che potrebbero essere utilizzati per avvicinare gli studenti alle discipline scientifiche, sviluppando in loro interesse, senso critico e curiosità. Tramite la sperimentazione di fenomeni riscontrabili nella vita quotidiana, alcuni problemi inerenti all'area chimica-fisica-tecnologica vengono esplorati ed analizzati dagli studenti con l'aiuto dei propri insegnanti. L'intento primario, infatti, è quello di consentire agli studenti di acquisire concetti e teorie necessarie per la corretta comprensione dei fenomeni stessi, in modo affrontare con un'ottica più efficace gli ostacoli che si presenteranno nel percorso della propria formazione.

Per favorire un'ampia fruibilità del progetto sono state identificate cinque attività che vanno a coprire diversi campi applicativi della ricerca nella Scienza dei materiali:

#### Dai lamponi agli elettroni -Realizzazione della cella di Grätzel

Una cella di Grätzel è un dispositivo che produce energia elettrica convertendo energia luminosa: un pigmento organico naturale viene eccitato dalla luce solare per generare una corrente di elettroni.

Il dispositivo è costituito da un vetrino conduttore (elettrodo), da uno strato di  $\text{TiO}_2$  impregnato nel colorante, da un elettrolita e da un vetrino conduttore grafitizzato (contro-elettrodo).

Dopo avere posto la sospensione di  $\text{TiO}_2$  sul vetro conduttore, si procede con la sinterizzazione in forno a  $250 - 300^\circ\text{C}$ , quindi a freddo, lo si immerge nella soluzione colorata per 30 min. Si assembla la cella fissando i vetri con due clips da cancelleria, dopo aver aggiunto sulle due superfici a contatto alcune gocce di soluzione di iodio iodurato. Infine si conducono misurazioni di corrente e differenza di potenziale sottoponendo la cella a diverse fonti di luce. (Figura 1)

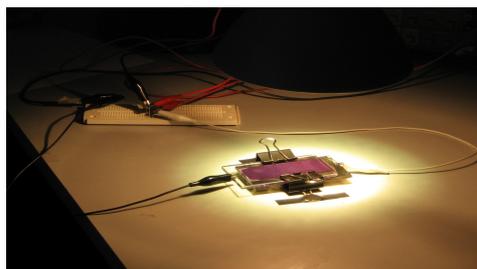


Figura 1: Cella di Grätzel

#### Fluido magnetico - La sintesi del ferrofluido

Il ferro fluido è una sospensione di particelle di magnetite in soluzione basica.

La precipitazione dell'ossido misto  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  si ottiene miscelando soluzioni acide di  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Fe}^{3+}$  e titolando con idrossido d'ammonio. La separazione del prodotto solido dalla soluzione avviene grazie all'utilizzo di magneti. La sospensione finale si ottiene aggiungendo idrossido di tetrametilammonio al composto in polvere micro o nano particellare. L'effetto del fluido viene evidenziato tramite l'uso di magneti Nd-Fe-B di diversa grandezza.

#### L'arte di Murano – Sintesi di vetri colorati

Gli studenti pesano i reagenti in polvere, in genere ossidi, li miscelano in un mortaio e li introducono in crogioli di allumina per il trattamento termico.

I campioni sono posti in forno elettrico ad elevata temperatura ( $1000-1200^\circ\text{C}$ ) nel quale si ha la fusione delle polveri (Figura 2). Al termine del trattamento si estrae il crogiolo dal forno e si versa rapidamente il liquido su lastra di alluminio o in stampi di grafite per favorirne un rapido raffreddamento.

Gli studenti possono osservare le diverse colorazioni e la diversa intensità del colore a seconda della qualità e della quantità di ossido di metallo di transizione aggiunto.

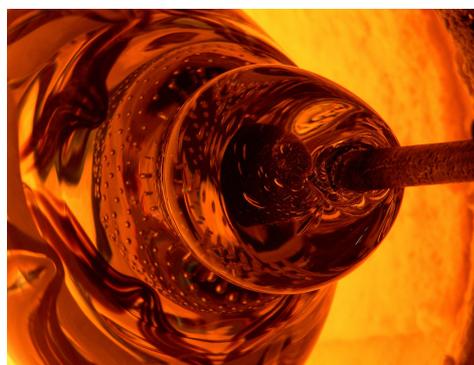


Figura 2: Vetro fuso

### Fuochi d'artificio - I colori nella pirotecnica

Gli studenti, sotto stretta sorveglianza degli insegnanti, ottengono delle miscele polverizzate partendo da sali ossigenati, carbone e zolfo. La differente natura di alcuni reagenti conferisce un caratteristico colore alla fiamma dopo l'accensione. Gli studenti potranno verificare inoltre la cinetica delle reazioni a seconda dei reagenti usati e delle dimensioni delle polveri.

### Ne faremo di tutti i colori ! - Preparazione di pigmenti pittorici

Si pesano in due becker uguali due sali solubili secondo le indicazioni fornite e si solubilizzano in acqua deionizzata. Si versa il contenuto di un becker nell'altro dove precipita il sale insolubile colorato (Figura 3). Si filtra sotto vuoto usando un buchner ed una beuta da vuoto. Si preleva una spatolata del pigmento ottenuto e si aggiunge goccia a goccia il legante scelto (olio di lino, albume o tuorlo d'uovo) amalgamando fino ad ottenere un impasto omogeneo. Si stende il prodotto finale su foglio con l'aiuto di un pennellino e si lascia asciugare all'aria. Si valuta la stabilità del colore con controlli ripetuti nel tempo.



Figura 3: Precipitazione dello ioduro di piombo (II)

Come si evince dal rapido excursus sulle attività svolte, l'offerta didattica abbraccia differenti ambiti della scienza i quali si traducono in interdisciplinarietà per l'insegnamento nella scuola secondaria. Non a caso il filo conduttore delle esperienze proposte è il colore, un argomento completamente trasversale nelle materie curriculari. Numerose collaborazioni di carattere più strettamente tecnico si sono sviluppate tra docenti di chimica, fisica e tecnologia per quanto riguarda il Ferrofluido o la Cella di Grätzel, mentre nelle classi che hanno scelto l'esperimento sui vetri colorati o sui pigmenti pittorici l'interazione è nata tra insegnanti dell'area artistico-letteraria e scientifica. Anche per la realizzazione dei prodotti finali sono stati raggiunti dei buoni risultati. Gli insegnanti hanno comunicato che i propri studenti sono riusciti a produrre buone composizioni letterarie tematiche, validi approfondimenti storico-artistici fino, in alcuni casi, a realizzare veri e propri dipinti utilizzando i pigmenti sintetizzati.

### Feedback

Le attività sperimentali hanno visto la partecipazione di 293 studenti appartenenti al triennio della scuola secondaria superiore. Gli istituti coinvolti sono tutti licei con diversi indirizzi e, nella fattispecie, licei scientifici, scientifico-tecnologici, artistici e classici. La partecipazione è stata sostanziale anche da parte degli insegnanti che hanno aderito sia agli incontri per la propria formazione sia alle attività sperimentali come accompagnatori e docenti.

Nella tabella 1 sono riportate le esperienze effettuate in graduatoria di scelta.

Tabella 1: Dati relativi alle esperienze svolte

Esperienza	Incidenza % esperienze	Graduatoria
<b>VETRI COLORATI</b>	29,7	<b>1°</b>
<b>PIGMENTI</b>	21,6	<b>2°</b>
<b>PIROTECNICA</b>	18,9	<b>3°</b>
<b>CELLA</b>	18,9	<b>3°</b>
<b>FERROFLUIDO</b>	10,8	<b>4°</b>

Come mostrato nella tabella, la preparazione dei vetri colorati ha riscontrato il più alto gradimento, seguito dall'esperienza sulla sintesi dei pigmenti e sulla pirotecnica. Gli aspetti comuni alle tre esperienze sono senz'altro la semplicità di esecuzione ed il forte impatto emozionale che si ottiene dal prodotto finale. Per quanto riguarda il primo aspetto, la scelta di un percorso semplice che porti a risultati interessanti è sintomatico della tendenza che hanno gli studenti nell'affrontare i problemi che l'istruzione pone loro davanti. Con questo atteggiamento, se pur poco condivisi-

## Progetto Lauree Scientifiche: conoscere per sapere

bile, gli insegnanti devono confrontarsi ogni giorno e non possono fare altro che rinforzarne gli aspetti positivi per riuscire ad ottenere ugualmente buoni risultati. Ecco che subentra il secondo aspetto: *stupirsi per capire*. In questi casi è, a mio giudizio, significativo un processo di apprendimento a ritroso ossia, dopo aver ottenuto un risultato sorprendente con un percorso semplice, lo studente, in modo del tutto spontaneo, sviluppa la curiosità propedeutica all'acquisizione delle informazioni che il docente può trasmettergli. Ritengo che questo passaggio dallo stupore per il fenomeno, alla curiosità per le cause, all'apprendimento dei meccanismi serva ad interiorizzare maggiormente la conoscenza fissandola definitivamente con il supporto della sfera emotiva.

Significativo è il fatto che le esperienze che hanno avuto il gradimento minimo da parte degli studenti siano proprio quelle preferite dagli insegnanti. In effetti, la realizzazione della cella di Grätzel e la sintesi del Ferrofluido sono attività che favoriscono una grande interdisciplinarietà tra chimica, fisica e tecnologia e quindi sono ben viste dai docenti come idonei approfondimenti di argomenti curriculari. Nell'incontro preliminare è stato deciso di introdurre sommariamente le attività e di lasciare piena libertà agli studenti riguardo la scelta delle esperienze da selezionare: in tal modo si ritiene di favorire, fin da principio, un senso di autonomia e di accresciuta responsabilità nei ragazzi.

Grazie al numero significativo dei partecipanti è stato possibile effettuare anche uno studio sul feedback degli insegnanti e degli studenti analizzando gli appositi questionari loro somministrati.

Ogni questionario, completamente, anonimo contiene domande inerenti a diverse sfere di valutazione: la qualità, l'utilità delle attività svolte, gli spazi ed i tempi messi disposizione, la competenza e la chiarezza riscontrata nei docenti universitari, l'interdisciplinarietà delle attività.

Esaminando le valutazioni e le considerazioni emerse dopo il corso formativo propedeutico destinato agli insegnanti è stato possibile ottenere il grafico riportato in Figura 4



Figura 4: Valutazione degli insegnanti sui corsi di formazione

I giudizi forniti sono molto positivi e, sebbene il numero degli insegnanti non sia eccessivamente elevato, è tuttavia significativo il fatto che tutti abbiano dato voti compresi tra buono e ottimo. I punti di forza nei quali sono stati ottenuti i massimi punteggi sono la competenza del personale universitario, la qualità dell'approccio didattico e l'organizzazione del progetto. La negoziazione dei percorsi e dei metodi che sarebbero stati utilizzati è risultata componente molto gradita da parte degli insegnanti che hanno rimarcato quanto questo li abbia fatti sentire parte integrante del progetto; d'altra parte, questa attiva presenza nelle scelte organizzative ha introdotto problematiche spesso sconosciute negli ambienti universitari favorendo, così, la buona riuscita dell'intero piano di lavoro.

La Figura 5 mostra i risultati concernenti le considerazioni dei docenti sulle attività svolte dagli studenti presso l'ateneo genovese.

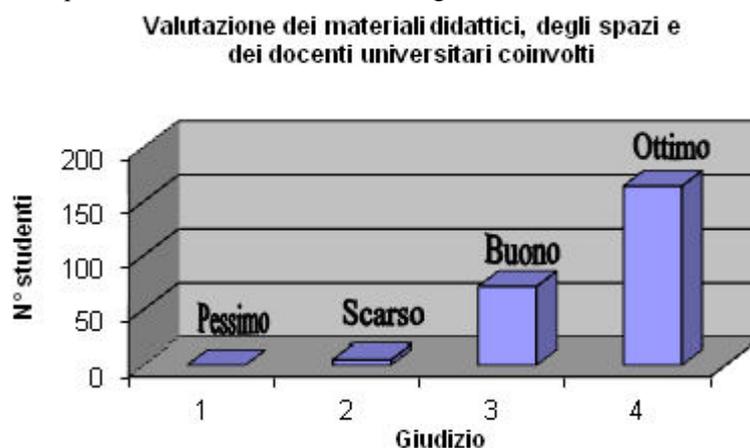


Figura 5: Valutazione degli insegnanti sulle attività proposte agli studenti

Le considerazioni espresse dagli insegnanti sono, ancora una volta molto positive. Questo dato rimarca la validità del progetto svolto ed in particolare, in base ai liberi commenti forniti, risulta molto apprezzato il metodo utilizzato e l'interazione emotiva dei coordinatori universitari con gli studenti. A detta degli insegnanti, l'interazione diretta tra università e scuola, tra docenti universitari e studenti, riduce quel muro psicologico che si presenta spesso tra il mondo della scuola dell'obbligo e il mondo dell'università. Avvicinare gli studenti fin dalle prime classi del triennio superiore alla realtà accademica favorisce innanzitutto una corretta informazione di quel determinato ambito innescando spesso un senso di fiera curiosità che, assieme alla progettazione del proprio futuro, porta gli studenti a proseguire la propria formazione in un ateneo.

Per l'analisi grafica dei risultati, le risposte date dagli studenti sono state raccolte in due gruppi: valutazione sull'utilità del progetto per l'approfondimento della scienza dei materiali, valutazione dei materiali didattici, degli spazi e dei docenti universitari coinvolti.

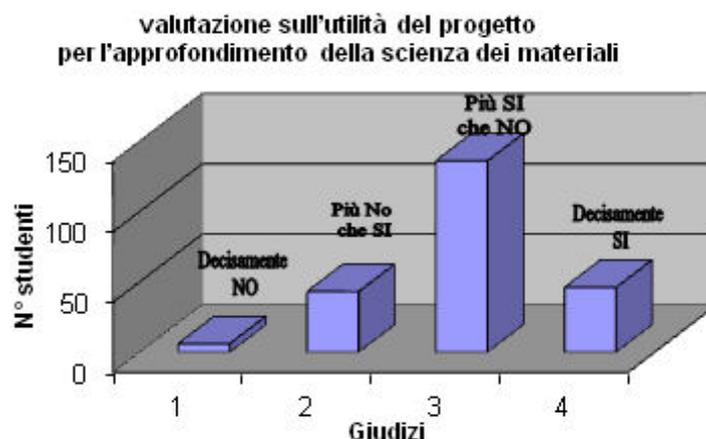
Nei grafici in Figura 6 sono riportati i risultati sottoforma di istogrammi.



**Figura 6:** Valutazione degli studenti sulla qualità degli incontri

Dal grafico in Figura 7 si può notare come la qualità delle attività sia stata considerata molto pregevole infatti la grande maggioranza delle risposte accorda una valutazione ottima e nessuno ha dato una valutazione pessima. Dai liberi commenti degli studenti emerge che i punti di qualità risultano la chiarezza delle informazioni, la competenza dei docenti universitari ed il metodo usato. Questo atteggiamento interattivo diretto tra personale universitario e studenti della scuola superiore è stato frutto di un lungo approfondimento iniziale riguardo argomenti spesso trascurati quali l'uso di un lessico adeguato, il coinvolgimento emotivo dei ragazzi, la rimozione di classici ostacoli cognitivi. Sebbene questo processo abbia richiesto una lunga preparazione, esso ha sortito effetti molto gratificanti e sicuramente proficui, in termini didattici. Le uniche critiche che vengono effettuate riguardano le attrezzature messe a disposizione e soprattutto gli spazi: queste considerazioni ci hanno portato a rivalutare, nelle edizioni PLS successive, il numero massimo di studenti partecipanti ad ogni singola attività e la tipologia del luogo di lavoro destinato alle esperienze.

Nella figura 7 è riportato il grafico delle valutazioni espresse dagli studenti riguardo l'utilità del progetto nell'approfondimento della scienza dei materiali.



**Figura 7:** Valutazione degli studenti sull'utilità del progetto

## Progetto Lauree Scientifiche: conoscere per sapere

Come si evince dalla figura 7 i giudizi positivi sono preponderanti ma molto meno marcati rispetto al gruppo di domande precedenti. In alcuni casi, addirittura, il progetto viene considerato del tutto inutile per conoscere meglio la disciplina. Il fatto che non ci sia una stretta correlazione tra i giudizi sulla qualità delle attività e quelli sull'utilità del progetto induce a pensare che gli studenti considerino le esperienze effettuate lontane da quello che la scienza dei materiali propone di studiare. In effetti, a differenza delle classiche scienze "dure", la scienza dei materiali nasce dall'unione di contributi chimici, fisici ed ingegneristici: questa interdisciplinarietà non è compresa a fondo dagli studenti. Tuttavia, utilizzando proprio le esperienze proposte, e molto gradite dagli studenti, è possibile giustificare e potenziare l'interconnessione tra le discipline cui fanno capo le competenze necessarie per svolgere queste attività. Il ruolo dell'insegnante di classe a questo punto è fondamentale poiché, se dall'università sono forniti i mezzi e gli spazi per realizzare gli esperimenti, la scuola ha il compito di processare e rielaborare i contenuti affrontati per ottenere da un lato un arricchimento delle conoscenze curriculari e dall'altro una maggiore consapevolezza della disciplina stessa. Si potrebbe parlare in questa fase di *conoscere per scegliere*; solo il raggiungimento di una conoscenza esauriente sui metodi, i meccanismi, le teorie affrontate dalla scienza dei materiali garantisce una capacità di scelta, negativa o positiva che sia, sui percorsi di studio futuri.

## 1912-2012: Giacomo Ciamician e la fotochimica dell'avvenire.

Mariachiara Di Matteo

mariachiara.dimatteo@gmail.com

L'11 settembre 1912 Giacomo Ciamician tenne a New York una celebre conferenza, di cui ricorre quest'anno il centenario: "La fotochimica dell'avvenire".

Di origini armenie, nato il 27 agosto 1857 e rimasto presto orfano, Ciamician conclude gli studi nelle scuole reali triestine, al tempo ancora sotto il dominio asburgico, per poi trasferirsi a Vienna dove si perfeziona presso il Politecnico e l'Università. Qui comincia a interessarsi all'analisi del pirrolo e alla chimica organica che gli varranno poi una fama indiscussa.

Nel 1880, laureatosi a Giessen in scienze naturali, si trasferisce a Roma per unirsi al gruppo del grande chimico e organizzatore scientifico Stanislao Cannizzaro, il quale proprio in questi anni sta radunando attorno a sé giovani e promettenti ricercatori, con l'obiettivo di creare gruppi di ricerca che possano portare l'Italia a ridurre le distanze rispetto ai paesi europei più all'avanguardia e più sviluppati, nell'ottica di un rilancio non solo scientifico ma anche economico e politico del Paese appena unito.

Dopo una breve parentesi presso l'Università di Padova, dove rimane dal 1887 al 1889, Ciamician si trasferisce a Bologna, città nella quale trascorrerà tutto il resto della sua vita, vivendo il contrasto continuo fra la necessità di implementare le dotazioni tecniche dei laboratori chimici e di trovare fondi alla ricerca, e la vivacità dell'ambiente politico e culturale bolognese d'inizio secolo, che non abbandonerà nemmeno quando gli verrà proposto il prestigioso e ben remunerato incarico di una cattedra di Chimica Generale e della direzione del primo Laboratorio chimico a Vienna, in nome dell'italianità appena ottenuta e della fedeltà al progetto di sviluppo nazionale a cui aveva votato il suo lavoro e il suo impegno.

Nei primi mesi del 1900 comincia a sviluppare in modo più sistematico quegli studi di chimica della luce intrapresi ormai da qualche anno assieme all'amico e collega Paul Silber con l'obiettivo di interpretare e riprodurre i processi di sintesi delle molecole da parte dei sistemi organici vegetali attraverso l'energia solare *attuale* (cioè senza il ricorso a fonti di energia fossile), e di cui da qualche anno avevano esposto parziali risultati all'Accademia dei Lincei proprio nell'ottica di acquisire la priorità della ricerca.

I lavori di fotochimica e chimica organica guadagnano a Ciamician una solida stima internazionale, e a partire dal 1905 il chimico italiano viene a più riprese proposto come candidato al premio Nobel.

Questo importante riconoscimento era stato istituito nel 1901, dopo cinque anni di aspre contese fra gli eredi di Alfred Bernhard Nobel circa l'interpretazione della volontà del defunto, il quale aveva stabilito che il proprio patrimonio fosse investito in valori mobiliari sicuri e costituisse un fondo i cui redditi fossero assegnati a coloro che nel corso dell'anno precedente avessero reso all'umanità i più grandi servizi, senza alcuna considerazione della nazionalità.

Le classi di premio previste in prima istanza erano cinque (la fisica, la chimica, la fisiologia, la letteratura e la pace) e le più importanti istituzioni scientifico-culturali svedesi avrebbero coordinato le operazioni di voto, l'istituzione di comitati internazionali di *nominatori* e la formazione di "Istituti Nobel" incaricati delle ricerche sui candidati proposti di anno in anno. Infine sarebbe stata istituita una Fondazione Nobel, che avrebbe gestito finanziariamente il fondo e dunque il premio, ma non avrebbe avuto voce in capitolo sulla sua assegnazione.

Negli intenti del suo promotore, il premio Nobel avrebbe dovuto essere un incentivo al proseguimento delle ricerche, non un premio alla carriera.

Fin dai primi anni, Ciamician partecipa alle attività dell'importante istituzione svedese, tanto come *nominator* quanto come *nominee*, grazie anche alla fruttuosa amicizia e collaborazione con Vito Volterra, insigne matematico impegnato nell'organizzazione e promozione della scienza italiana in patria e all'estero.

Nel 1905 Ciamician è il primo chimico italiano candidato al premio Nobel; il 1906 e 1907 sono anni in cui egli è particolarmente attivo con Volterra nella promozione della candidatura del suo maestro Cannizzaro, impresa che però, per varie ragioni, non ha esito positivo. Particolarmente significative sono le candidature di Ciamician al Nobel del

## 1912-2012: Giacomo Ciamician e la fotochimica dell'avvenire

1908, sostenuta da Emil Fisher, e quella del 1914, promossa da numerosi colleghi fra cui Giorgio Vortmann, quest'ultima probabilmente proprio sulla scia del successo del discorso di New York del 1912 (tenuto nell'ambito dell'VIII Convegno Internazionale di Chimica Applicata, che si tenne a Washington e New York dal 4 al 14 settembre di quell'anno), nel quale Ciamician aveva posto in maniera estremamente puntuale il problema del venir meno delle risorse energetiche fossili e la necessità oltre che l'opportunità di cercare nuove fonti energetiche.

Il problema dell'approvvigionamento energetico era fortemente sentito nella comunità scientifica già da alcuni anni e la questione dello sfruttamento forsennato delle risorse fossili disponibili impegnava da tempo le pagine degli scritti di Ciamician, che ne aveva delineato alcuni aspetti fin dal discorso pronunciato in occasione dell'apertura dell'anno accademico, *I problemi chimici del nuovo secolo* (1903).

Notevoli passi avanti si erano fatti a cavallo di secolo nello studio della chimica dell'atomo e della radioattività con le ricerche di William Ramsay ed Ernest Rutherford prima, Madame Curie, Frederick Soddy e molti altri poi. I risultati di queste ricerche avevano riscosso un tale successo nella comunità scientifica internazionale, non solo per la portata conoscitiva e le aperture teoriche che avevano determinato, ma anche per la sensazione diffusa che dal laboratorio alle applicazioni tecniche e tecnologiche il passo fosse relativamente breve e le prospettive economiche allettanti, che si era creato attorno all'atomo e alla radioattività un circolo virtuoso di investimenti e risorse, che passavano anche attraverso le numerose assegnazioni di Nobel guadagnate da questi scienziati: nei primi vent'anni di vita del premio Nobel oltre un quarto dei premi per la fisica e la chimica vengono assegnati a lavori riguardanti la chimica atomica e le sostanze radioattive.

La possibilità di sfruttare l'energia solare come fonte d'approvvigionamento industriale attraverso tecnologie realmente funzionanti era invece vista più come una chimerica illusione che come una reale potenzialità e l'accoglienza riservata a questi temi era generalmente piuttosto tiepida. Tuttavia, il discorso del 1912 *La fotochimica dell'avvenire*, riuscì ad appassionare e far sperare il pubblico. La proposta di Ciamician, infatti, al di là dei promettenti risultati di laboratorio presentati, è quella di una visione sistemica del rapporto uomo-natura che abbandoni l'avidità con cui l'essere umano sfrutta i giacimenti di risorse fossili che la terra ha accumulato in milioni di anni, enormi sì, ma non inesauribili, in favore di una fonte energetica realmente inestinguibile quale quella solare *attuale*, di cui la natura sa giovare grazie ai processi di fotosintesi che osserviamo continuamente nelle piante, ma che l'essere umano non ha ancora saputo riprodurre con sufficiente profitto e che va in gran parte dispersa.

Di seguito viene riportata una sintesi di quel celebre e avveniristico discorso (che venne ripubblicato sia in Italia che all'estero, sulla prestigiosa rivista "Science"), oggi attuale come non mai.

### LA FOTOCHIMICA DELL'AVVENIRE

La civiltà moderna è figlia del carbon fossile: questo offre all'umanità civile l'energia solare nella forma più concentrata; accumulata nel tempo d'una lunga serie di secoli, l'uomo moderno se n'è servito e se ne serve con crescente avidità e spensierata prodigalità per la conquista del mondo. Come il mitico Oro del Reno, il carbon fossile è per ora la sorgente precipua di forza e di ricchezza.

La terra ne possiede ancora enormi giacimenti: ma essi non sono inesauribili. Il problema dell'avvenire comincia ad interessare e prova ne sia che lo scorso anno ne trattarono quasi contemporaneamente Sir William Ramsay alla British Association for the advancement of Science a Portsmouth ed il prof. Carl Engler alla Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte a Karlsruhe. Secondo i calcoli di quest'ultimo l'Europa possederebbe un patrimonio di circa 700 miliardi di tonnellate di carbon fossile e l'America altrettanto; a questi giacimenti sono da aggiungersi quelli ancora in parte sconosciuti dell'Asia. Il deposito è enorme, ma col consumo crescente lo sfruttamento si fa sempre più costoso per le crescenti profondità a cui bisogna arrivare: il problema quindi, se in certi paesi i giacimenti possono diventare praticamente inutilizzabili assai prima del loro esaurimento materiale, non è trascurabile.

L'energia solare *fossile* è la sola che possa giovare alla vita e alla civiltà moderna? That is the question.

Un esame assai accurato di questo problema dal punto di vista inglese è stato fatto da Sir William Ramsay. Egli ha preso in considerazione le diverse sorgenti d'energia quali le maree, il calore interno della terra, il calore solare, il carbone bianco, lo sviluppo delle foreste e delle torbiere e perfino la disintegrazione atomica, ed è arrivato alla conclusione che nessuna apparisce praticamente utilizzabile in Inghilterra date le sue condizioni orografiche e climatiche.

Certamente l'energia endogena terrestre, che col vulcanismo ed i terremoti può produrre spaventosi disastri, sarà difficilmente ammansita dall'uomo e così pure quella derivante dalla rotazione terrestre (maree), causa l'enorme quantità d'acqua che bisognerebbe vincere. La trasmutazione atomica è stata oggetto recentemente d'un brillante discorso di Federico Soddy dal punto di vista dell'imponente fenomeno esoenergetico ch'essa rappresenta: se all'uomo sarà dato realizzare un simile sogno, di giovare cioè dell'energia interna degli atomi, la sua potenza sorpasserà di gran lunga i limiti che ora gli sono assegnati. Questi presentemente sono dati dall'energia solare: vediamo se l'energia

*attuale* possa in genere supplire a quella racchiusa nei combustibili fossili. Ammettendo la costante solare di circa 3 piccole calorie al minuto per centimetro quadrato, ossia 30 grandi calorie per metro quadrato al minuto e 1800 all'ora, si può comparare questa quantità di calore con quella data dalla combustione completa di un chilogrammo di carbone, che è di 8000 grandi calorie. Calcolando, nei tropici la giornata di sole sei ore, si avrebbe al giorno una quantità di calore corrispondente a quella data da 1,35 chilogrammi di carbone, ossia in cifra tonda di un chilogrammo. Per un chilometro quadrato questa quantità di calore viene ad equivalere a quella prodotta dalla combustione completa di 1000 tonnellate di carbone. Sopra un territorio che abbia la superficie di soli diecimila chilometri quadrati, la quantità di energia solare che arriva in un anno, calcolando la giornata di sei ore, corrisponde quindi al calore fornito da 3650 milioni di tonnellate di carbone, dunque in cifra tonda 3 miliardi di tonnellate. La quantità di carbone fossile prodotta annualmente (1909) dalle miniere d'Europa e d'America si calcola a 925 milioni di tonnellate ed aggiungendo a questa cifra 175 milioni di tonnellate di lignite si arriva a 1100 milioni ossia a poco più di un miliardo. Però anche tenendo conto dell'assorbimento nell'atmosfera e di altre circostanze, si vede che la quantità di energia solare che arriva annualmente in un piccolo territorio tropicale – che abbia una superficie ad es.: grande come quella del Lazio – equivale alla produzione annuale mondiale di carbon fossile. Il deserto di Sahara coi suoi sei milioni di chilometri quadrati, ne riceve giornalmente per sei miliardi di tonnellate!

Questa enorme quantità di energia che la terra riceve dal sole, rispetto a cui quella immagazzinata dalle piante nei periodi geologici è quasi trascurabile, va in gran parte dispersa. Essa viene utilizzata colle cadute d'acqua (carbone bianco) e dalle piante. Al suo impiego diretto termico-meccanico per mezzo di specchi s'è più volte pensato ed ora si fanno delle prove assai promettenti in Egitto ed al Perù, ma questo lato assai interessante del problema esorbita dalla mia competenza e però di esso non intendo trattare. L'energia prodotta dalle cadute d'acqua secondo i dati contenuti nel bel discorso del prof. Engler sopra l'intera superficie terrestre equivarrebbe annualmente a 70 miliardi di tonnellate di carbone. Come si vede, e com'è naturale, assai poco rispetto alla totalità dell'energia solare che annualmente investe la terra. Vediamo ora quale sia all'incirca la quantità di energia solare che annualmente viene fissata dalle piante: sulla superficie continentale terrestre, di 128 milioni di chilometri quadrati, si producono annualmente per 32 miliardi di tonnellate di sostanza organica secca, la quale bruciata darebbe una quantità di calore corrispondente a quella di 18 miliardi di tonnellate di carbone. È poco, ma tuttavia questo poco è già ora diciassette volte superiore alla attuale produzione mondiale di carbone fossile e lignite in un anno.

(...)

L'energia solare non si spande ugualmente sulla terra: vi sono regioni privilegiate ed altre che la latitudine e le condizioni del clima rendono meno favorite. L'avvenire sarebbe per le prime quando l'industria sapesse utilizzare, nel modo ch'io ho cercato di abbozzare, l'energia che il sole vi profonde. I paesi caldi e tropicali verrebbero così conquistati alla civiltà che tornerebbe alle sue origini: le nazioni più progredite quasi presentando inconsciamente questa necessità gareggiano nella conquista delle regioni del sole.

Là dove la vegetazione è ubertosa e la fotochimica può essere abbandonata alle piante, si potrà con colture razionali, come ho già accennato, giovare delle radiazioni solari per promuovere la produzione industriale. Nelle regioni desertiche invece dove le condizioni del clima e del suolo vietano ogni cultura, sarà la fotochimica artificiale che le metterà in valore. Sull'arido suolo sorgeranno colonie industriali senza fuliggine e senza camini: selve di tubi di vetro e serre d'ogni dimensione — camere di vetro — s'innalzeranno al sole ed in questi apparecchi trasparenti si compiranno quei processi fotochimici di cui fino allora le sole piante avevano il segreto ed il privilegio, ma che l'industria umana avrà saputo carpire: essa saprà farli ben altrimenti fruttare, perché la natura non ha fretta mentre l'umanità è frettolosa. E se giungerà in un lontano avvenire il momento in cui il carbone fossile sarà esaurito, non per questo la civiltà avrà fine: che la vita e la civiltà dureranno finché splende il sole! E se anche alla civiltà del carbone, nera e nervosa ed esaurientemente frettolosa dell'epoca nostra dovesse fare seguito quella forse più tranquilla dell'energia solare non ne verrebbe un gran male per il progresso e la felicità umana.

La fotochimica dell'avvenire non deve peraltro essere riserbata a sì lontana scadenza: io credo che l'industria farà cosa assennata giovandosi anche presentemente di tutte le energie che la natura mette a sua disposizione: finora la civiltà moderna ha camminato quasi esclusivamente coll'energia solare fossile, non sarà conveniente utilizzare meglio anche quella attuale?

## Bibliografia

- Armaroli N. - Balzani V., 2011, *Energia per l'astronave terra con gli scenari energetici per l'Italia di domani - nuova edizione aggiornata e ampliata*, Zanichelli, Bologna.
- Ciamician G., 1905, *I problemi chimici del nuovo secolo. Discorso letto il 7 novembre 1903 per la solenne inaugurazione degli studi della R. Università di Bologna*, in "Attualità scientifiche" II ed. con aggiunte, Zanichelli, Bologna, ora in Ciardi M. - Linguetti S., 2007, *Giacomo Ciamician. Chimica, filosofia, energia*, Bononia University Press, Bologna, pp. 76-109.

## 1912-2012: Giacomo Ciamician e la fotochimica dell'avvenire

- Ciamician G., 1913, *La fotochimica dell'avvenire*. Discorso letto al Congresso Internazionale di Chimica Applicata a New York il di 11 settembre 1912, in "Attualità scientifiche" XIX, Zanichelli, Bologna, ora in Ciardi M. - Linguetti S., 2007, *Giacomo Ciamician. Chimica, filosofia, energia*, Bononia University Press, Bologna, p. 133-153.
- Ciardi M., 2008, *Frederick Soddy: dalla chimica all'economia ecologica*, in "Atti del XII Convegno Nazionale di Storia e Fondamenti della Chimica", Calascibetta F. - Cerruti L. (a cura di), in Rendiconti dell'Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, memorie di scienze fisiche e naturali, serie V, vol. XXXI parte II, Roma, p. 499-510.
- Ciardi M. - Linguetti S., 2007, *Giacomo Ciamician. Chimica, filosofia, energia*, Bononia University Press, Bologna.
- Crawford E. - Heilbron J. L. - Uhlrich R., 1987, *The Nobel population 1901-1937. A census of the Nominators and Nominees for the prizes in Physics and Chemistry*, Office for History and Technology, University of California, Berkley.
- Di Matteo M., 2011, "*Caro e illustre Collega*". *Lettere di Giacomo Ciamician a Vito Volterra fra scienza, politica e istituzioni (1891 - 1921)*, tesi di laurea magistrale in Storia del pensiero scientifico - Facoltà di Lettere e Filosofia - Università di Bologna, a. a. 2009 - 2010
- Di Matteo M. (in corso di stampa), *Missed. Storie di Nobel e chimica italiana: i casi di Stanislao Cannizzaro e Giacomo Ciamician*, in Atti del XIV Convegno di Storia e Fondamenti della Chimica (Rimini, 21-23 settembre 2011), a cura di M. Taddia, Roma, Accademia Nazionale delle Scienze.
- Taddia M., agosto 2007, *Lo sguardo oltre il confine*, in "Sapere", p. 44-49
- Venturi M. (a cura di), 2007, *Ciamician profeta dell'energia solare* -Atti del convegno storico-scientifico in occasione dei 150 della nascita-, Fondazione ENI Enrico Mattei.

# Le immagini per la didattica e la divulgazione: ricerca on-line e copyright

Alessandro Marchetti<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Scuola Normale Superiore, piazza dei Cavalieri, 56126 Pisa (Italia).

<sup>b</sup> Université de Lyon, CNRS/ ENS Lyon/ UCB-Lyon 1, Centre RMN à Très Hauts Champs, 5 rue de la Doua,  
69100 Villeurbanne, France.

E-mail: alessandro.marchetti@lyon-ens.fr

**Parole chiave:** editoria, copyright, licenze, immagini, wikimedia

## Riassunto

*Nella “società dell’immagine” in cui oggi viviamo la comunicazione scritta ed orale è spesso articolata con l’aiuto di appropriati supporti visivi. Grazie allo sviluppo delle apparecchiature di fotografia digitale, ai nuovi programmi di editing pratici e personalizzati e alla gran varietà di possibilità offerte dalla rete, le persone fanno uso massiccio di immagini nella vita di ogni giorno. Nonostante questa ben consolidata realtà e questo diffuso know-how, l’uso delle immagini nella redazione di un prodotto editoriale rimane una questione più delicata, assai più delicata che il loro semplice inserimento in una presentazione pubblica o in alcune dispense accademiche. Per collaboratori semiprofessionisti una conoscenza di base dei motori di ricerca, degli archivi multimediali principali e dei concetti principali concernenti il copyright sarebbe auspicabile (ed utile). Questo articolo è stato creato con l’intenzione di condividere alcuni degli aspetti principali su questo argomento che l’autore ha appreso durante gli anni, con la speranza che la sua esperienza da autodidatta possa essere di qualche aiuto nello stimolare una curiosità strutturata su queste tematiche.*

## Abstract

*In the current “image society” we are living, oral or written communication is often enacted with the aide of suitable visual supports. Thanks to the advancement of digital photographic equipment, the new handy and customized image editing programs and the wealth of possibilities offered by the Internet, people make massive use of images in everyday’s life. Despite this well-established reality and this diffuse know-how, the use of images for the drafting of an editorial product remains a more delicate matter, way more delicate than the their simple insertion in a public presentation or in some lecture notes. For semi-professional contributors, a basic knowledge of the on-line search engines, of the most important media databases and the main concepts of copyright should be desirable (and useful). This article was created with the intention of sharing with other enthusiasts of scientific popularization some of the key aspects on this topic that the author has learned over the years, hoping that his self-taught experience could be of any help in stimulating a structured curiosity on these subjects.*

## Introduzione

Chiunque si avvicini al mondo dell’editoria (e per chi si interessa di didattica o di divulgazione, questo può avvenire facilmente), non può non realizzare sin da subito l’importanza che in tale contesto hanno le illustrazioni: per catturare l’attenzione del pubblico oggi giorno si fa largo uso di immagini, così come di altri contenuti multimediali.

Complice anche una maggiore versatilità del *software*, la quantità di figure adoperata per fare divulgazione è difatti molto aumentata, come potete constatare anche voi sfogliando le pubblicazioni degli ultimi anni di questa stessa come di altre riviste.

Un monile preistorico, il frontespizio del *Chimico scettico* di Robert Boyle, una foto di Alfred Krupp o un’istantanea di un deposito di scorie nucleari sono tutti plausibili esempi di immagini che un autore di articoli didattici di chimica potrebbe aver bisogno di utilizzare. La loro varietà è sostanzialmente comparabile a quella delle immagini riportate su una qualunque pubblicazione editoriale.

Comprendere come trovare tali immagini e come interpretare e gestire i loro diritti di *copyright* non è difficile, ma non è neanche del tutto intuitivo. Sebbene sia possibile che al termine di un dottorato di ricerca alcuni studenti abbiano sviluppato una sufficiente attenzione alla paternità e alla gestione delle immagini che utilizzano, ho sempre avuto il sospetto che una formazione specifica sull’argomento sia poco frequente, tanto in moduli didattici complementari che in master o corsi specialistici specificamente orientati alla divulgazione o alla didattica. Tale sospetto è stato confermato poco prima di iniziare la stesura di questo articolo, quando un collega di laboratorio, che stava scrivendo una *review* divulgativa per il bollettino della *Société Chimique de France*, mi ha posto casualmente proprio una domanda in tal senso. Proprio per questo motivo penso sia importante condividere con i lettori qualche concetto che ho appreso da autodidatta negli anni passati.

Personalmente strutturerei il problema in quattro aspetti distinti.

## 1. Creazione di immagini in proprio

Una prima soluzione del problema potrebbe essere creare personalmente il materiale di cui si ha bisogno: anche se la fotografia è una nobile arte che certo richiede metodo e pazienza, le moderne macchine permettono grazie ad avanzate funzionalità automatiche di ottenere egregi risultati anche da profani, e la tecnologia digitale permette di selezionare rapidamente le immagini migliori. Gli stessi programmi di rielaborazione immagini sono oggi molto pratici da usare: fra quelli a pagamento possiamo citare *Photoshop* e *Lightroom*, mentre fra quelli gratuiti scaricabili dalla rete possiamo suggerire per windows *gimp* (elaborazione immagini), *exiftool* (modificazione dati dell'immagine quali ora e data), *geosetter* (georeferenziazione). Anche *Picasa* di *Google* è molto diffuso per l'organizzazione delle foto, il loro ritocco e la georeferenziazione, e possiede anche un'opzione *web album* di cui parleremo più avanti.

Nessun programma certo può insegnarci la differenza fra una foto scattata per attirare lo sguardo o una scattata per informare o descrivere, ma la società in cui viviamo ci offre un numero così elevato di esempi che con una certa pratica si possono ottenere immagini di qualità accettabile.

Il vero problema di chi crea un'immagine autonomamente o (se ne ha l'occasione) grazie al proprio gruppo di lavoro, non è tanto il risultato finale, ma come tutelare tale risultato se esso è particolarmente rilevante o di buona qualità. Affronteremo questo problema nei prossimi paragrafi.

## 2. Ricerca di immagini tramite motore di ricerca

Dato che non tutte le illustrazioni o le foto riportate in un articolo possono essere fatte dall'autore, è normale che questi cerchi fra il materiale che ha già a disposizione qualche immagine che soddisfi le sue necessità. Nel caso (assai frequente) che tale ricerca si svolga in rete, viene in suo aiuto la tecnologia dei moderni motori di ricerca.

Com'è noto, esistono pochi motori indipendenti e di livello internazionale (escludiamo casi come il cinese *Baidu*, e gli analoghi russi e indiani); fra i più completi come piattaforma si possono citare *Google*, *Yahoo*, *Bing*, e i meno noti *Ask* e *Exalead* (altre sigle rimandano quasi sempre a questi motori, come ad esempio *Aol* che è sotto *Google*, *AltaVista* che è confluito in *Yahoo*, *Excite* che è posseduto da *Ask*). Non bisogna dimenticare che esistono anche meta motori che consultano questi motori simultaneamente, come *Ixquick* o *MetaCrawler*.

Gli algoritmi di ricerca si focalizzano solitamente sul nome del *file* o sui contenuti della pagina in cui si trova, mentre altre raffinatezze che hanno migliorato le prestazioni dei motori di ricerca testuali (come l'analisi dei collegamenti ipertestuali) sono più difficili da implementare: le immagini sono qualcosa di molto più variegato di un contenuto testuale per cui è difficile per qualsiasi algoritmo sia uniformarsi a quella che è una necessità "media", sia per altri aspetti non uniformarsi troppo acriticamente; in fin dei conti sono ancora presenti nel settore della ricerca di immagini i problemi che aveva un decennio fa qualunque motore di ricerca. Facciamo un esempio osservando *Google*: se cercate "singhiozzo" fra le pagine *web* troverete nella prima pagina una distribuzione ponderata fra siti medico-enciclopedici e rimandi a una canzone dei Negramaro, mentre nella ricerca immagini i risultati sono per certi aspetti buffi: invece di tante immagini di persone con la mano alla bocca o che bevono un bicchier d'acqua oppure schemi medici del muscolo del diaframma, ci troviamo soprattutto tavole di fumetti, disegni fatti da bambini e anche la foto di una mamma col pancione. Altro esempio, se digitando "capelli biondi" ottenete un elenco di pagine *web* di tipo enciclopedico o cosmetico, eseguendo la stessa ricerca fra le immagini otterrete soltanto immagini di volti femminili, che è un risultato ben più specifico rispetto al concetto generale di "capello biondo".

In ogni caso, più la ricerca è specifica, più i problemi in teoria dovrebbero diminuire. Il problema che può sorgere è che se si hanno meno immagini a disposizione spesso la medesima immagine compare moltissime volte. Digitate sempre su *Google* "scorie nucleari" e un muro di bidoni gialli e un tecnico in camicia blu con elmetto bianco vi faranno compagnia per moltissime pagine.

In genere è *vox populi* che *Google* grazie al suo algoritmo *PageRank*, sia il motore più usato in quanto più efficace. Per capire se questa affermazione sia veritiera anche per la ricerca di immagini, è meglio fare alcune considerazioni. In generale per ricerche specifiche, in cui i risultati sono comunque pochi, la vera qualità di un motore è legata a quanto in profondità questo analizza il web, e a quali opzioni addizionali sono fornite oltre la semplice parola chiave per ottenere una ricerca mirata.

Oggi la maggior parte dei motori di ricerca possiede una serie di filtri di ricerca standard: le immagini sono catalogabili in funzione della loro estensione (si possono cercare immagini panoramiche o più quadrate), del loro colore (bianco e nero, scala di grigi, colori e, fra le novità recenti introdotte da *Google* proprio negli ultimi mesi, tonalità prevalente), della dimensione (e quindi indirettamente risoluzione) e della data di caricamento. Fino a qualche anno fa la competizione fra i motori è stata molto efficace e queste opzioni sono state introdotte per prime anche su motori secondari come traffico di utenti (ad esempio il riconoscimento volti, che permette di isolare le immagini di persone da quelle di oggetti o ambienti è arrivato relativamente tardi su *Google*).

Alla fine quindi, la vera differenza la fa soprattutto il campionamento. In termini quantitativi, la superiorità di *Google* è indiscutibile, com'è dimostrabile con un esempio pratico: a tutt'oggi se si ricerca un sito o un'immagine del botanico olandese Adolphus Ypey si trovano su *Google* 820 immagini e 3650 pagine, su *Yahoo* 21 immagini e 269 pagine, su *Bing* 19 immagini e 2930 pagine, su *Ask* 0 immagini e 123 pagine, su *Exalead* 0 immagini e 93 pagine. La

supremazia quantitativa di *Google* è in parte indotta dal fatto che molti dei suoi risultati sono semplici doppioni, tuttavia sebbene la porzione di *internet* indagata possa variare leggermente fra un motore e l'altro, è indubbio che i risultati di *Google* comprendano quasi interamente quelli degli altri motori. La superiorità di *Google* nello scandagliare il web è attualmente innegabile anche qualitativamente: esso è l'unico motore assieme a *Bing* che riporta tanto immagini del botanico che quelle delle sue stampe, mentre gli altri riportano solo queste ultime.

In generale non conviene molto fare affidamento sui metamotori, che in generale non forniscono una somma di risultati ma una selezione che viene spesso ponderata fra i motori migliori e peggiori: *Ixquick* ad esempio fornisce 27 immagini e 126 risultati, *Metacrawler* 18 immagini e 90 risultati, ed entrambi non forniscono nessuna immagine del botanico ma solo delle sue stampe proprio perché ritiene dall'insieme dei motori indagati che quella ventina di stampe siano le più importanti, visto che compaiono in ogni ricerca.

Dal momento che le pagine bilingui sono relativamente rare, e i nomi dei *files* spesso vengono attribuiti in un'unica lingua, la ricerca in lingue diverse fornisce spesso diversi risultati. Se si conoscono traduzioni accurate, conviene provare sempre nelle chiavi di ricerca oltre all'inglese almeno una o due delle altre lingue principali del web, che sono in ordine approssimativo: cinese, spagnolo, giapponese, portoghese, tedesco, arabo, francese, russo e coreano. Ovviamente non si è quasi mai pratici di tutte queste lingue, ma se si cerca un'immagine specifica che non si riesce a trovare, è sempre meglio tentare. Traduzioni di termini colloquiali ed anche tecnici possono essere eseguite tramite *wikidictionary*, *reverso*, *wordreference*, *woxikon*, *PONS.de*, *Google translator* (si consiglia di passare sempre dall'inglese) o anche dalla stessa *wikipedia* cambiando lingua nella barra a sinistra.

Per esempio, se cercate immagini relative alla "saffirina", un raro silicato di magnesio ed alluminio, su *Google* immagini otterrete 614 risultati in italiano, ma ben 16014 per *sapphirine* (inglese e francese) e 2070 per *Sapphirin* (tedesco).

Infine un'altra osservazione che molti di voi già sapranno: quando si cercano immagini di qualcosa che è molto diffuso e fornisce migliaia di risultati, conviene sempre limitare la ricerca a quelle di grande taglia, così da focalizzarsi subito con quelle che hanno più chance di avere migliore risoluzione.

### 3. Diritti: *copyright*, licenze CC e *copyleft*

La ricerca immagini per una presentazione o una lezione non ha quasi mai problemi di *copyright*, tuttavia se si ricercano *on line* immagini per una pubblicazione editoriale tale aspetto diventa centrale. D'altra parte, se si è in possesso di una bella immagine che abbiamo contribuito a creare, tutelarla correttamente prima di diffonderla è anch'esso nel nostro interesse.

Le licenze *Creative Commons* (CC), create dalla omonima organizzazione *non-profit* statunitense rappresentano una via di mezzo tra il classico "*copyright* completo" (*full-copyright*) e il "pubblico dominio" (*public domain*) e sono di fatto uno standard abbastanza frequente su molti siti *on line*, in particolare su siti di archivio e condivisione di immagini. Per artisti, giornalisti, docenti, istituzioni e, in genere, creatori che desiderino condividere in maniera ampia le proprie opere secondo il modello "alcuni diritti riservati" (*some rights reserved*), tali licenze forniscono un *copyright* con un adeguato livello tanto di flessibilità che di protezione.

Tale versatilità, come potete esaurientemente documentarvi *on line*, deriva dalla combinazione di più opzioni: sono disponibili sei diverse articolazioni dei diritti d'autore. Il detentore dei diritti può non autorizzare a priori usi prevalentemente commerciali dell'opera (opzione "non commerciale", acronimo inglese: *NC*) o la creazione di opere derivate ("Nessuna opera derivata", acronimo: *ND*); e se sono possibili opere derivate, può imporre l'obbligo di rilasciarle con la stessa licenza dell'opera originaria ("condividi allo stesso modo", acronimo: *SA*, da "*share-alike*").

**Tabella 1:** Le quattro condizioni di utilizzo delle Licenze *Creative Commons*, a ciascuna delle quali è associato un simbolo grafico allo scopo di renderne più efficace il riconoscimento.

icona	sigla	Condizione	Condizion	Descrizione
	BY	Attribuzione	<i>Attribution</i>	Permette che altri copino, distribuiscano, mostino ed eseguano copie dell'opera e dei lavori derivati da questa a patto che vengano mantenute le indicazioni di chi è l'autore dell'opera.
	NC	Non commerciale	<i>Non Commercial</i>	Permette che altri copino, distribuiscano, mostino ed eseguano copie dell'opera e dei lavori derivati da questa solo per scopi non commerciali.
	ND	Non opere derivate	<i>No Derivative Works</i>	Permette che altri copino, distribuiscano, mostino ed eseguano soltanto copie identiche dell'opera; non sono ammesse modifiche basate sull'opera.
	SA	Condividi allo stesso modo	<i>Share Alike</i>	Permette che altri distribuiscano lavori derivati dall'opera solo con una licenza identica a quella concessa con l'opera originale.

## Le immagini per la didattica e la divulgazione

Le combinazioni di queste scelte generano le sei licenze CC, disponibili anche in versione italiana, che possono quindi garantire ad esempio che l'autore venga obbligatoriamente citato, che gli/le venga chiesto espressamente un permesso di utilizzo, che l'uso lucrativo sia impedito a terzi, ed infine quale tipologia di licenza tali terzi debbano utilizzare distribuendo un lavoro derivato dalla precedente immagine o testo o filmato.

Dal momento che le licenze CC sono non esclusive, è sempre possibile aggiungere accordi che - senza ridurre i diritti conferiti dalla licenza - offrano, a certe condizioni, possibilità aggiuntive a tutti o taluni licenziatari.

Un'importante precisazione: sebbene una clausola delle licenze CC, la *share alike*, sia molto simile al concetto di *copyleft*, tale termine anglofono in cui ci si imbatte spesso (talvolta tradotto in italiano con "permesso d'autore") rappresenta in realtà un gioco di parole sul termine *copyright* nato in ambito informatico dall'evoluzione della *GNU General Public License*, controposta alle licenze di tipo proprietario. Nella versione pura e originaria la condizione principale obbliga i fruitori dell'opera, nel caso vogliano distribuire l'opera modificata, a farlo sotto lo stesso regime giuridico (e generalmente sotto la stessa licenza). In questo modo, il regime di *copyleft* e tutto l'insieme di libertà da esso derivanti sono sempre garantiti. Esempi di licenze *copyleft* per il software sono la GNU GPL e la GNU LGPL, oppure la stessa licenza GNU FDL usata per *Wikipedia* fino al 2009 (data del passaggio alla licenza *Creative Commons*).

### 4. Ottenere immagini con chiare condizioni di *copyright*

Sebbene esistano siti specializzati nella vendita di immagini a scopo editoriale (o grafico-industriale), ottenere gratuitamente delle immagini senza eccessivi problemi logistici legati al *copyright* non è difficile.

Anzitutto, se si produce un lavoro in collaborazione con un ente che ha un proprio ufficio stampa, si può prendere contatto con quest'ultimo, il quale fornirà tutte le informazioni e le immagini in suo possesso, corredate di dettagli per la loro corretta citazione. Ad esempio, l'Ufficio del parlamento Europeo di Milano contattato due anni fa per la pubblicazione di un'intervista ad un eurodeputato, mi concesse la *password* del proprio archivio immagini, specificando come riportare il *copyright* e i ringraziamenti.

Per un'immagine presa da un sito *web* si può sempre scrivere al proprietario per ottenere il suo consenso, specificando lo scopo della pubblicazione, la diffusione che avrà l'immagine (tiratura, mezzo) e se il lavoro che viene svolto è volontario o remunerato; per esperienza diretta ed indiretta, generalmente per lavori di carattere didattico che non sono a scopo di lucro, la disponibilità è buona.

In ogni caso esistono siti di condivisione foto (*photo-sharing*) in linea che hanno una disponibilità di materiale assolutamente superiore a qualsiasi archivio istituzionale. I primi di questi siti sono comparsi nella seconda metà degli anni '90, per poi moltiplicarsi negli anni successivi quando il miglioramento delle infrastrutture informatiche ha potenziato le capacità di trasmissione e archiviazione dati. Esistono vari modi di classificare questi siti: in base alla loro politica commerciale (con account o alcuni servizi a pagamento quali la stampa delle immagini), in base alla loro natura più sociale (condivisione) o archivistica, in base alla natura professionale o amatoriale, in base alla loro politica di licenza e di *privacy*, in base alla tassonomia impiegata (alcuni sono semplici *photoblog* in ordine cronologico, altri hanno precisi sistemi di marcatura o *tagging*), in base al tipo di contenuti multimediali gestiti (panoramiche, personali, artistiche...), in base alla loro dimensione.

Dal punto di vista di chi necessita di immagini per fini editoriali ogni sito che adotta prevalentemente le licenze CC, è in teoria preferenziale, dando la precedenza a quelli meglio organizzati e più ricchi di contenuti.

In base alle graduatorie della società californiana *Alexa*, fra questi siti i più importanti per volume di traffico sono Flickr (6 miliardi di foto archiviate), ImageShack (20 miliardi), DeviantArt (100 milioni di foto archiviate). Photobucket (50 milioni nel 2007) è un altro sito molto frequentato, ma agisce come un collettore di immagini per altri siti quali Facebook o Myspace o Twitter, per cui non ha una politica di licenza chiara, quindi sarebbe sconsigliato (ma potete documentarvi meglio su internet sull'argomento). Picasa web album (500.000 foto a gennaio 2005) è importante perché collegato all'omonimo software di trattamento immagini, ma non riporta licenze di *copyright* libere, quindi è improbabile che il suo materiale possa essere impiegato facilmente.

Questi siti hanno spesso un motore di ricerca interna ma si può sfruttare anche *Google* allo scopo, specificando fra le impostazioni "avanzate" di ricerca di focalizzarsi su un solo dominio (quello del sito "archivio" che ci interessa).

Nonostante l'abbondanza di scelta, le immagini contenute su questi siti sono principalmente di valore artistico o personale, con una prevalenza di ritratti o immagini di carattere naturale o paesaggistico. I siti che abbiamo citato finora hanno comunque un'abbondanza di scelta che permette di trovare anche immagini di rilevanza didattica. Su tutti i siti citati, ad esempio, ho trovato la classica foto di gruppo in bianco e nero della quinta conferenza Solvay del 1927: DeviantArt riporta chiaramente che essa è in dominio pubblico perché scattata più di 70 anni fa, mentre Flickr, nella barra riporta la dicitura *some rights reserved*, accompagnata dai simboli della licenza creative commons che obbligano a riportare l'autore. Gli altri sono molto più ambigui.

Recentemente *Google* ha introdotto un'opzione di ricerca avanzata immagini che dovrebbe permettere di selezionare quelle per le quali non sussistano problemi di *copyright*. Ho fatto un test con la parola chiave "Solvay", ma l'unica immagine della conferenza Solvay riportata dalla ricerca non è quella di DeviantArt ma quella di Flickr, probabilmente

perché questa utilizza dei loghi con un link diretto alla *CC foundation* invece di riportare una spiegazione scritta. In generale l'opzione di *Google* non è male, ma ha gli svantaggi di essere riduttiva e ovviamente di sottostare all'imperfezione degli algoritmi di ricerca.

Importante notare che finora abbiamo affrontato il problema con una prospettiva abbastanza generica, più grafica o editoriale, per la quale l'archivio migliore è soprattutto il più esteso perché da più possibilità di trovare l'immagine migliore per una copertina o una pubblicità. Per la ricerca, la divulgazione e la didattica tuttavia spesso è preferibile avere immagini che oltre a essere riadattabili, siano soprattutto ben documentate e descritte, immagini per cui la qualità grafica sia importante ma non quanto il contenuto informativo. Una piattaforma di immagini di questo tipo, di qualità medio-alta, sufficientemente variegata ma soprattutto ben inquadrata con un occhio di riguardo al carattere enciclopedico delle stesse, è il sito *Wikipedia commons* (o *Wikicommons*).

*Wikicommons* fu lanciato il 7 settembre 2004 per ridurre la dispersione di dati che in precedenza dovevano essere importati singolarmente su ogni progetto nazionale di *Wikipedia*. Fa parte dell'insieme di progetti paralleli della *Wikimedia foundation* nati negli ultimi anni ma meno conosciuti della più famosa *Wikipedia*; oggi questi progetti sono una rete unica, con un'unica *password* di accesso, e stanno crescendo in modo interrelazionato ma anche indipendente l'uno dall'altro.



Figura 1: logo di wikicommons  
(fonte: *Wikimedia Commons*)

Conseguentemente, anche se *Wikicommons* esclude in genere materiali di puro valore artistico o personale per focalizzarsi su materiale di più marcato valore divulgativo, esso è oramai un archivio con più di 11 milioni di *files* depositati, la cui maggioranza non è direttamente utilizzata su *Wikipedia*: per questo motivo molte pagine di *Wikipedia* riportano alla fine uno specifico *link* a pagine di “categorie” di *Wikicommons* in modo che ogni utente sia libero di approfondire e caricare altro materiale autonomamente.

In genere selezionando un'immagine contenuta su *Wikipedia* viene specificato se l'originale proviene o è stato trasferito su *Wikicommons*. Se la foto che interessa è già stata trovata sulla pagina di *Wikipedia*, basterà cercare il suo nome su *Wikicommons* per averne tutte le relative informazioni.

Le schede informative di *Wikicommons* sono assai complete e molti volontari aggiungono informazioni dettagliate sulla loro geolocalizzazione e sull'interpretazione delle leggi di *copyright* dei singoli Paesi. *Wikimedia commons* pubblica esclusivamente media in dominio pubblico o in licenza libera *Creative Commons* e, conseguentemente, esistono in virtù di alcune leggi nazionali anche foto che, seppur presenti su *Wikipedia*, non sono state trasferite su *Wikicommons* (ad esempio alcuni loghi di università o agenzie pubbliche). In ogni caso i motivi legali che hanno impedito il caricamento di un'immagine su un determinato progetto sono chiaramente indicati, fornendo tutte le informazioni necessarie. Utilizzando *Wikicommons* si può apprendere ad esempio che in Italia, giacché la SIAE per statuto è un ente di gestione collettiva, qualunque opera ivi depositata non può essere più divulgata in CC nemmeno dal suo stesso autore, oppure si può scoprire che nel nostro Paese (ma non in altre nazioni europee) la foto di un'opera d'arte chiaramente esposta in luogo pubblico, se i diritti al suo creatore o ai suoi eredi non sono ancora decaduti, è una possibile violazione di *copyright*.

In sintesi, *Wikicommons* permette di cercare ed usufruire di un file senza dover conoscere queste finzze, ma allo stesso tempo consente a chi ne fa un uso estensivo di apprenderle gradualmente in funzione delle sue esigenze.

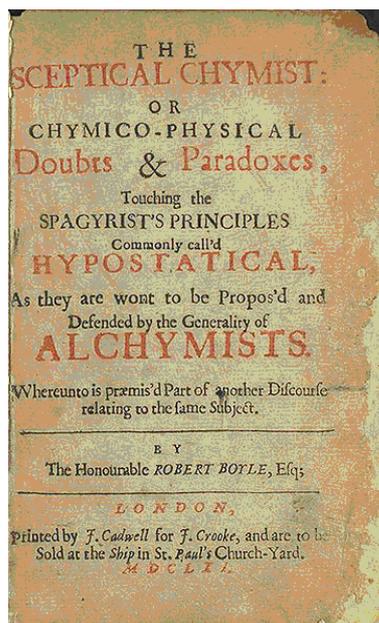
Un altro aspetto degno di nota è che non è necessario essere utenti registrati per accedere a qualsiasi dato dei progetti della *Wikipedia Foundation*, incluso *Wikicommons*.

Le immagini contenute su *Wikicommons* provengono da privati (e chiunque può contribuire) oppure da altri progetti on line (e in modo reciproco, altri archivi spesso prelevano immagini dalla stessa *Wikicommons* poiché questo è permesso dalle opportune licenze CC). Data la sua natura non-commerciale inoltre sono molte le agenzie pubbliche e para-pubbliche che hanno donato collezioni di immagini a *Wikicommons*. In particolare alcune agenzie governative sono obbligate per legge a rilasciare materiale in pubblico dominio, per cui per ragioni curriculari sono gli stessi autori materiali di queste immagini a spingere perché esse siano diffuse il più possibile con corretta attribuzione, poiché in questo modo il loro lavoro può essere valorizzato. Un tipico esempio sono le foto di proprietà della NASA (in quanto agenzia governativa), ed è per questo motivo che gli articoli astronomici di *Wikipedia* sono ricchi di immagini di altissima qualità.

Un esempio della versatilità di *Wikicommons* è mostrato nella successiva figura, dove immagini relative ai quattro esempi citati all'inizio dell'articolo sono stati trovati su *Wikicommons* in licenza *CC share-alike*. È importante specificare che le immagini sono state cercate dopo aver scritto la frase nell'articolo.



Monile del cuprolitico, conservato al *Muséum de Toulouse*.  
**Fonte:** Rama/Wikimedia Commons.



Frontespizio del *Chimico Scettico* di Robert Boyle, pubblicato da J. Cadwell nel 1661.  
**Fonte:** KillOrDie/Wikimedia Commons.

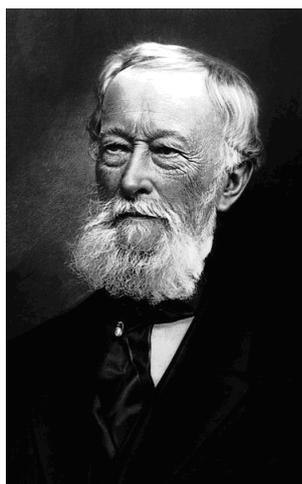


Foto di Alfred Krupp (1812-1887), tratta dall'enciclopedia tedesca *Meyers Konversations-Lexikon* (1906).  
**Fonte:** Logos111/Wikimedia Commons.



Impianto di stoccaggio di rifiuti nucleari della società olandese COVRA a Flessinga (Zelanda, Paesi Bassi).  
**Fonte:** Knowledge/Wikimedia Commons.

**Figura 2:** Le immagini citate all'inizio dell'articolo, e trovate su *Wikimedia Commons*.

### Ringraziamenti

L'autore di questo articolo ringrazia Valentina Domenici (Università di Pisa), Alessandro Cobbe, Samuele Lo Piano, Stefano Pugnetti (Scuola Normale Superiore), Marco Micheli (University of Hawaii) per i loro suggerimenti e le loro interessanti considerazioni.

### Link esterni

- <http://www.creativecommons.it/>
- [http://it.wikipedia.org/wiki/Licenze\\_Creative\\_Commons](http://it.wikipedia.org/wiki/Licenze_Creative_Commons)
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Photo\\_sharing](http://en.wikipedia.org/wiki/Photo_sharing)
- [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_photo\\_sharing\\_websites](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_photo_sharing_websites)
- [http://commons.wikimedia.org/wiki/Main\\_Page](http://commons.wikimedia.org/wiki/Main_Page)