



LIFE
MODERN
NEC

Qualità dell'aria, la risposta degli ecosistemi



EDUKIT

ITINERARIO DIDATTICO ALLA SCOPERTA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA



LIFE
MODERN
NEC

Qualità dell'aria, la risposta degli ecosistemi

EDUKIT

ITINERARIO DIDATTICO
ALLA SCOPERTA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Coordinamento
Legambiente Scuola e Formazione

Testi a cura di
Elena Ferrario

Impaginazione e grafica
Timoteo Sceverti



EDUKIT

ITINERARIO DIDATTICO ALLA SCOPERTA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA





INDICE

1. Introduzione al progetto Life Modern Nec	pag 7
<ul style="list-style-type: none">• Il programma Life• La direttiva NEC• Il progetto Modern Nec• Questo manuale	
2. L'inquinamento atmosferico	pag 13
<ul style="list-style-type: none">• Da cosa è causato• Quali sono i principali effetti sulla salute umana• Quali sono i principali effetti sugli ecosistemi• Quali sono le misure da mettere in atto per la sua riduzione	
3. Come parlare di aria	pag 24
<ul style="list-style-type: none">• Composizione e proprietà<ul style="list-style-type: none">- Ha un volume- Esercita una pressione- Trasmette il suono• Indispensabile alla vita: fotosintesi e combustione	
4. Proposte didattiche	pag 44
<ul style="list-style-type: none">• Materiali di lavoro in classe• Alla ricerca di bioindicatori• Percorso educativo	
5. Appendice	pag 56
<ul style="list-style-type: none">• Rete NEC Italia e nuovi siti• Elenco delle esperienze pratiche descritte nel manuale	
6. Sitografia	pag 60



Il Programma LIFE

Il Programma LIFE è lo strumento finanziario dell'Unione Europea a sostegno dei progetti di azione ambientale, conservazione della natura e del clima in tutta l'Unione Europea. L'obiettivo principale è di offrire un sostegno specifico alle misure e ai progetti aventi valore aggiunto europeo per l'attuazione, l'aggiornamento e lo sviluppo della politica e della normativa comunitaria in materia di ambiente, promuovendo lo sviluppo sostenibile.

LIFE è attivo dal 1992 e fino ad ora ha co-finanziato circa 4.000 progetti nei Paesi dell'UE, con un contributo superiore ai 3 miliardi di euro per la tutela dell'ambiente. La Commissione europea, attraverso le due Direzioni Generali (DG Ambiente e DG Clima), gestisce il programma LIFE e per il prossimo programma 2021-2027 ha adottato il nuovo bilancio pluriennale, del valore di 1.074 miliardi di euro. Questo, insieme al lavoro previsto con Next Generation EU, lo strumento temporaneo per la ripresa dalla crisi provocata dal coronavirus, consentirà all'UE di disporre di una capacità finanziaria totale di 1.800 miliardi di euro, per sostenere la ripresa post COVID-19 e la costruzione di un'Europa più verde, digitale, resiliente e adeguata alle sfide presenti e future.

Il Programma LIFE prevede tre componenti tematiche:

- Natura e biodiversità: mira a proteggere, conservare, ripristinare, monitorare e favorire il funzionamento dei sistemi naturali, degli habitat e della flora e fauna selvatiche, al fine di arrestare la perdita di biodiversità.
- Politica e governance ambientali: mira a implementare, aggiornare e sviluppare la politica e la legislazione ambientale Comunitaria.
- Informazione e comunicazione: sostiene

azioni e campagne di informazione, comunicazione, formazione e sensibilizzazione alle tematiche ambientali.

La Direttiva NEC

La qualità dell'aria rappresenta un fattore estremamente importante per la vita sulla terra e dipende dalla quantità di emissioni inquinanti in atmosfera, alcune di origine naturale come i gas emessi dai vulcani, la maggior parte però di origine antropica. Nell'Unione Europea c'è piena consapevolezza che il livello di tali emissioni inquinanti comporta rischi per la salute umana e per gli ecosistemi. Si è ormai osservato, infatti, che ha effetti anche su ecosistemi forestali e acquatici situati in ambienti remoti.

Per fronteggiare questa emergenza è stata emessa la Direttiva Europea 2016/2284 (Direttiva NEC), che stabilisce gli impegni di riduzione delle emissioni atmosferiche di inquinanti associate alle attività umane, attraverso un sistema di monitoraggio e comunicazione dei dati rilevati. Gli Stati membri sono tenuti a monitorare non solo la qualità dell'aria in modo diretto, ma anche gli impatti negativi dell'inquinamento atmosferico sugli habitat di acqua dolce, naturali e seminaturali e di ecosistemi forestali. La Rete NEC è lo strumento con cui la Direttiva NEC monitora gli effetti dell'inquinamento atmosferico su alcuni tipi di ecosistemi terrestri e acquatici, con l'obiettivo di controllare gli effetti delle emissioni di alcuni inquinanti.



Il progetto Modern Nec

È in questo contesto che nasce il progetto LIFE MODERn - NEC (“Monitoring system to Detect the Effects of Reduced pollutants emissions resulting from NEC Directive”), un nuovo sistema di Monitoraggio per rilevare gli effetti della riduzione delle emissioni inquinanti, con l’obiettivo di migliorare il sistema di valutazione degli impatti dell’inquinamento atmosferico e dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi forestali e d’acqua dolce in Italia.

Si può vedere una presentazione del progetto nel video

<https://www.youtube.com/watch?v=6vtYOUDXE1M>

Azioni e attività di progetto

Al fine di perseguire gli obiettivi descritti, nel progetto sono previste attività scientifiche per consentire di ampliare le conoscenze relative agli effetti dell’inquinamento atmosferico sugli ecosistemi sotto la pressione dei cambiamenti climatici. Nello specifico le azioni previste sono:

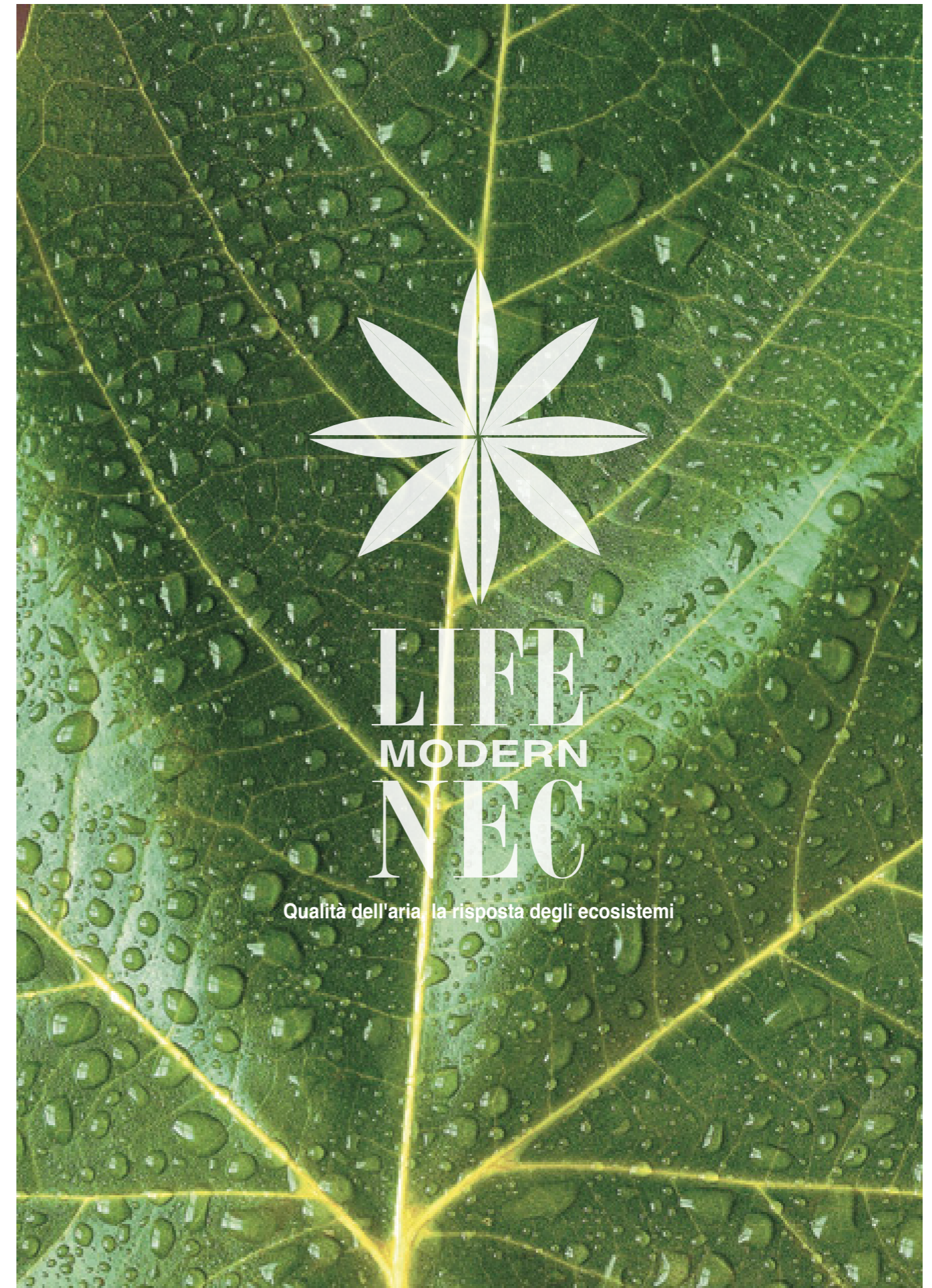
1. selezionare almeno 4 nuovi siti in ambiente forestale e 6 nuovi siti di acqua dolce da includere nella rete NEC italiana;
2. incrementare il set di indicatori per lo studio degli impatti dell’inquinamento atmosferico sugli ecosistemi;
3. sperimentare gli indicatori nuovi ed esistenti nei siti di monitoraggio selezionati;

4. formare, attraverso seminari ed attività sul campo, gli operatori incaricati del monitoraggio dei siti;

5. istituire un gruppo di lavoro permanente composto dai partner del progetto e da un rappresentante del Ministero per aggiornare la rete NEC Italia valutandone l’efficacia;

6. promuovere una campagna nazionale di sensibilizzazione rivolta al pubblico e ai diversi stakeholder sulla necessità di adottare provvedimenti concreti e comportamenti individuali per contribuire a migliorare la qualità dell’aria.

Maggiori informazioni su Rete NEC e nuovi siti in appendice.





Rete NEC Italia e nuovi siti

LEGENDA

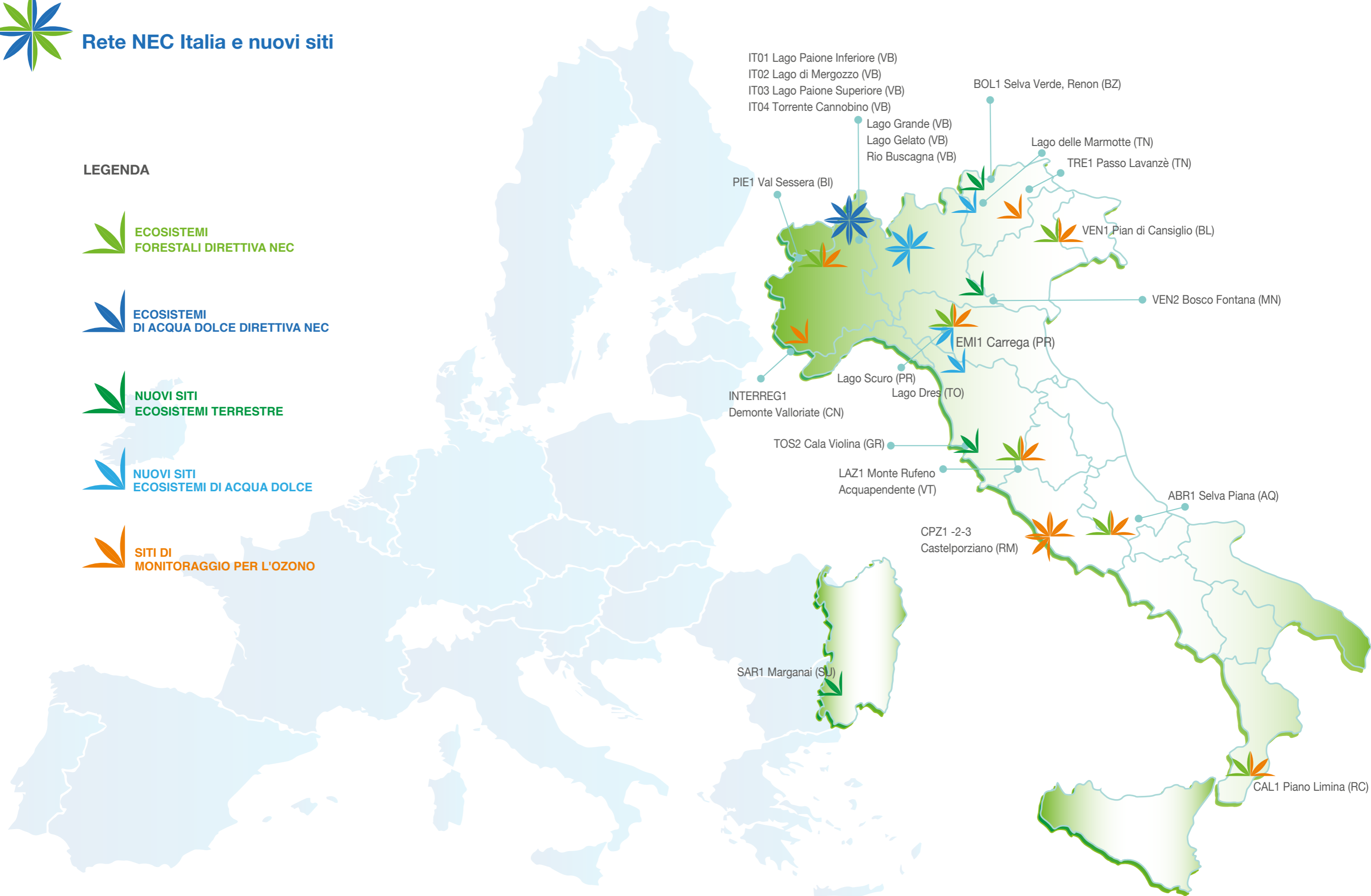
 ECOSISTEMI
FORESTALI DIRETTIVA NEC

 ECOSISTEMI
DI ACQUA DOLCE DIRETTIVA NEC

 NUOVI SITI
ECOSISTEMI TERRESTRE

 NUOVI SITI
ECOSISTEMI DI ACQUA DOLCE

 SITI DI
MONITORAGGIO PER L'OZONO





Cosa troverai in questo manuale

Questo manuale per insegnanti ha l'obiettivo di proporre nelle scuole primarie (4 e 5 anno) e nelle secondarie di primo grado il tema dell'inquinamento dell'aria. La funzione del manuale è quella di fornire all'insegnante un approfondimento personale dei temi, oltre a una raccolta di esperienze di laboratorio, utili a coinvolgere e appassionare gli alunni, e suggerimenti didattici per progettare un percorso valido anche per l'educazione civica. Nel manuale sono anche contenuti i link a materiali digitali scaricabili dalla rete, prodotti da Legambiente; in particolare:

- slide adatte alle diverse fasce di età da usare in classe come base per la lezione
- dossier tematici di Legambiente per fornire dati aggiornati agli insegnanti.

Nelle pagine che seguono

- con sfondo azzurro approfondimenti teorici
- in cornice verde le attività pratiche e laboratoriali



2. L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Da cosa è causato

L'inquinamento atmosferico è dato dalla presenza in atmosfera di sostanze in concentrazioni superiori ai livelli normalmente presenti in natura, tali da produrre effetti dannosi per la salute degli uomini, degli animali e delle piante. Le principali cause di inquinamento dell'aria sono il traffico motorizzato (NOx, particolato), la combustione della legna (particolato), l'agricoltura (NH₃, particolato) e l'industria (COV- Composti Organici Volatili, NOx, particolato). In molti di questi casi è presente la combustione di sostanze fossili, che comporta l'emissione in atmosfera di vari composti indesiderati. Una perfetta combustione dovrebbe portare solo all'emissione di anidride carbonica (CO₂) e di vapore acqueo: nella realtà, in quasi tutte le combustioni abbiamo l'emissione in atmosfera anche di idrocarburi incombusti, monossido di carbonio (CO), ossidi di zolfo (SOx) e particelle solide. A questi inquinanti si aggiungono ossidi

di azoto (NOx) che non derivano direttamente dal combustibile, ma che si formano per reazione fra l'azoto e l'ossigeno dell'aria a temperature elevate; per questa ragione si parla di inquinanti secondari.

I combustibili fossili sono originati dalla mineralizzazione di innumerevoli organismi (animali e vegetali) del passato che si è compiuta in milioni di anni attraverso lenti processi chimici e fisici. Il consumo di queste risorse, che comporta gravi forme di inquinamento ambientale, si verifica a un ritmo sempre più elevato e la possibilità di un loro esaurimento nell'arco di alcuni decenni è concreta. Le fonti di combustibili fossili sono localizzate in limitate aree del mondo, che di solito non corrispondono a quelle di maggior consumo, e ciò è causa di gravi tensioni politiche. Nel planisfero è indicata la provenienza dei principali combustibili fossili



<https://blog.geografia.deascuola.it/articoli/geo-inclusiva-03-le-risorse-naturali-e-le-fonti-di-energia>



Gli ossidi di azoto

A temperatura ambiente le molecole di azoto e di ossigeno convivono pacificamente nell'aria senza reagire. Tuttavia, quando la temperatura raggiunge i 1100-1200°C le loro molecole si combinano e formano ossidi di azoto (NO).

L'equazione chimica che descrive questa reazione è la seguente:

ad alte temperature: $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$

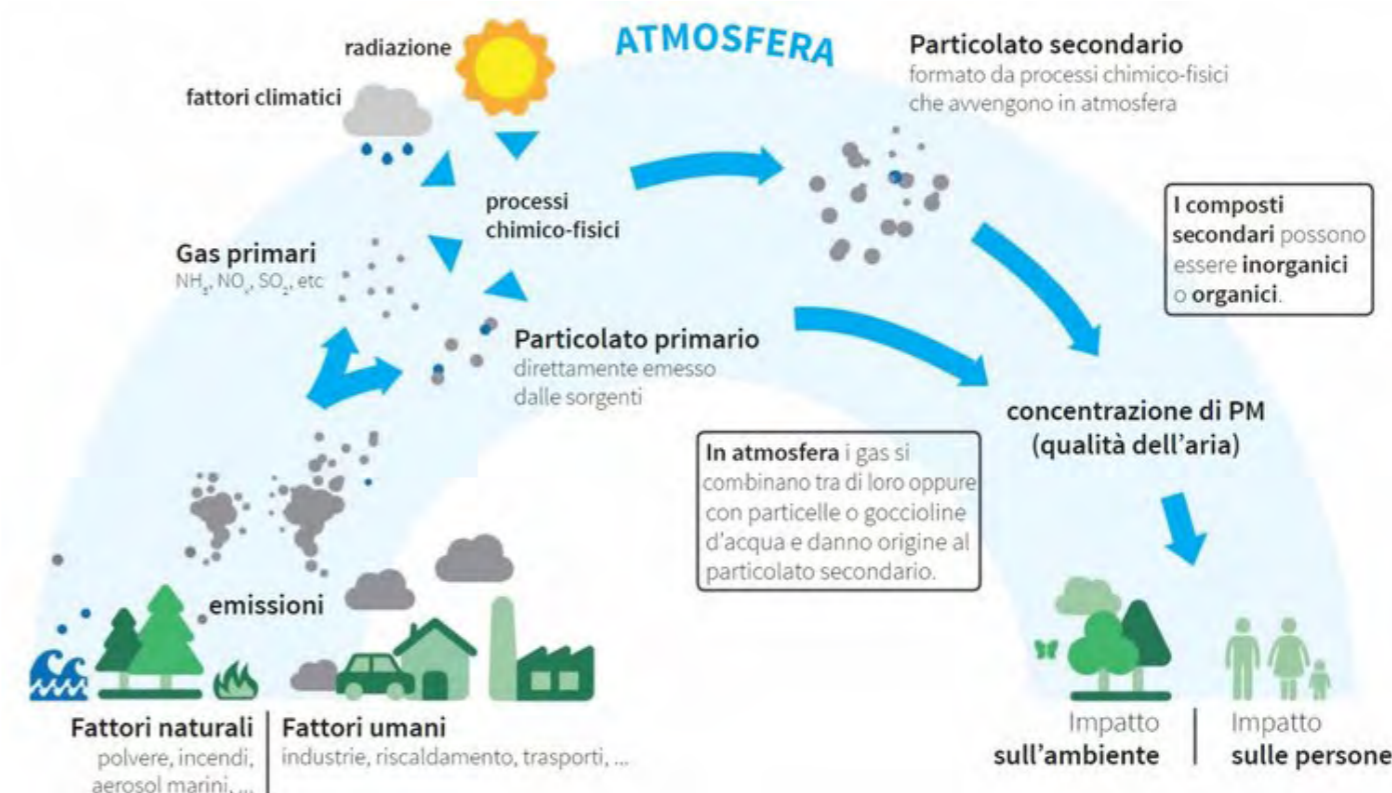
L'ossido di azoto (NO) è in equilibrio con il biossido (NO₂) che si forma soprattutto a temperature più basse rispetto a quelle necessarie alla formazione del monossido. Quando i gas caldi dello scarico di un'auto o di una ciminiera vengono in contatto con l'atmosfera, la loro temperatura si abbassa e l'ossido tende a trasformarsi completamente in biossido:

a temperatura ambiente: $NO + \frac{1}{2}O_2 \leftarrow NO_2$

Gli ossidi di azoto si formano in tutti i processi di combustione in cui la temperatura supera 1000°C: ciò accade perché tutti i processi di combustione utilizzano l'aria, in cui sono presenti sia l'ossigeno sia l'azoto. Dei 50 milioni di tonnellate emessi annualmente in atmosfera, circa il 90% è dovuto ai processi di combustione che avvengono in aree ristrette. Questo fa sì che in un'area ad alta intensità abitativa o industriale, in condizioni meteorologiche particolarmente sfavorevoli, la concentrazione di ossidi di azoto in atmosfera raggiunga valori 400 o 500 volte superiori a quelli che caratterizzano l'aria non inquinata.

Il particolato primario e secondario

Il particolato atmosferico, definito anche polveri sottili, è formato da una miscela complessa di particelle solide e liquide di sostanze organiche e inorganiche sospese in aria, provenienti da processi di vario tipo. Le polveri sottili sono un pulviscolo molto fine che può comprendere sostanze nocive per la salute quali metalli pesanti, solfati e nitrati. Si distinguono in base al diametro in micrometri (10⁻⁶ metri) in: grossolane (PM10), polveri fini (PM1 e PM2,5) e particelle ultrafini (UF) il cui diametro è compreso tra 0,01 e 0,1 micron. Queste polveri sono talmente leggere che possono restare sospese in aria ed essere respirate. La loro origine può essere di tipo primario, se immesse in atmosfera direttamente dalla sorgente, o secondario se si formano a seguito di trasformazioni chimico-fisiche di altre sostanze.



Tratto da Arpae Emilia Romagna:

<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/aria/temi/emissioni>



Il monossido di carbonio (CO)

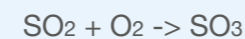
È uno degli inquinanti atmosferici più diffusi. L'ossido di carbonio si forma in tutti i processi di combustione in cui, se c'è mancanza di ossigeno, non avviene la trasformazione completa del carbonio in CO₂. È un gas tossico, incolore, inodore e insapore che viene prodotto ogni volta che una sostanza contenente carbonio brucia in maniera incompleta. Più leggero dell'aria, diffonde rapidamente negli ambienti. Il valore di concentrazione di monossido di carbonio nell'aria non inquinata è di 0,1 ppm (parti per milione); nelle nostre città il valore della concentrazione aumenta di molto (30-40 ppm) a causa del traffico, fino a raggiungere valori 2.000 volte superiori in situazioni in cui non è garantita la circolazione dell'aria, quali gallerie e sottopassaggi. L'esposizione all'inalazione di grosse quantità di CO espone a rischi gravi per la salute.

Gli ossidi di zolfo

Tutti i combustibili fossili provengono dalla distillazione del petrolio; oltre agli idrocarburi, il petrolio contiene anche altri composti, fra i quali quelli contenenti zolfo. Durante il frazionamento del greggio, lo zolfo si concentra nelle frazioni che bollono a temperatura maggiore, come l'olio combustibile. Viceversa, lo zolfo è praticamente assente nella benzina e presente in quantità modesta nel gasolio. Anche il car-

bone ha un certo contenuto di zolfo, differente a seconda della zona di provenienza. Quando sostanze contenenti zolfo vengono utilizzate per la combustione, si verifica la liberazione in atmosfera di una notevole quantità di biossido di zolfo (SO₂). Questa sostanza nasce dalla combinazione dello zolfo con l'ossigeno atmosferico. Dei 130 milioni di tonnellate di SO₂ che ogni anno vengono riversati in atmosfera, circa il 70% deriva dalla combustione di impianti fissi (per esempio le fabbriche metallurgiche o le centrali per la produzione di energia); la quota di biossido di zolfo proveniente dai trasporti è invece trascurabile. Nelle città, la principale fonte di SO₂ è il riscaldamento domestico: la sua concentrazione nell'aria dipende quindi dalla stagione e dalla rigidità del clima.

A contatto con l'ossigeno atmosferico e ad alta temperatura, il biossido di zolfo viene coinvolto nella reazione che produce anidride solforica:



Fortunatamente questa reazione avviene molto lentamente, fino ad arrestarsi a temperatura ambiente. Tuttavia, se avviene in presenza di acqua meteorica, diventa la principale causa delle piogge acide.



Parlando degli inquinanti non abbiamo incluso l'anidride carbonica perché essa non è dannosa in modo diretto per gli organismi viventi, è anzi indispensabile perché avvenga la fotosintesi. Ma una sua produzione elevata comporta problemi ambientali che conducono all'emergenza climatica, in quanto contribuisce all'aumento dell'effetto serra naturale, causando aumento della temperatura terrestre e la relativa minaccia alla stabilità dell'intera biosfera. Oltre alla CO₂ ci sono altri gas che svolgono un pericoloso ruolo climalterante, tra questi il metano, alcuni composti dell'azoto, del fluoro e dello zolfo.

Effetti sulla salute umana

Il problema dell'inquinamento atmosferico non è un problema esclusivamente ambientale ma anche, e in modo consistente, sanitario. Le polveri sottili, il biossido di azoto e l'ozono troposferico sono attualmente considerati i tre inquinanti che in maniera più significativa incidono sulla salute umana. Ritenuti dalla comunità scientifica internazionale come i marker principali che determinano la qualità dell'aria che respiriamo, causano prevalentemente l'insorgenza di effetti sanitari cronici sul sistema respiratorio e cardiovascolare e sono responsabili mediamente di oltre 50mila morti premature all'anno solo in Italia. La gravità dell'impatto delle esposizioni prolungate e di picco a questi inquinanti varia dall'indebolimento del sistema respiratorio fino alla morte prematura. Circa il

90% degli abitanti delle città è esposto a concentrazioni di inquinanti superiori ai livelli di qualità dell'aria ritenuti dannosi per la salute. Per esempio, si stima che il particolato sottile (PM_{2,5}) riduca l'aspettativa di vita nell'UE di più di 8 mesi.

A seconda della loro dimensione le polveri hanno diversi effetti sulla salute, c'è una frazione inalabile, i PM₁₀, che entra nel corpo attraverso il naso e la bocca durante la respirazione, una frazione toracica, i PM_{2,5}, che può penetrare nei polmoni sotto la laringe e una frazione respirabile, PM₁, che può penetrare in profondità negli alveoli polmonari e raggiungere il circolo ematico.



Correlazione tra particolato sottile e cancro

Più in particolare, studi recenti (Francis Crick Institute, presentati a settembre 2022 a Parigi) dimostrano che le particelle inquinanti più piccole, di dimensioni fino a 2.5 micrometri, provenienti dai fumi di scarico delle auto, sono in grado di risvegliare mutazioni dormienti nelle cellule polmonari e di dare origine a un cancro.

Da tempo è nota la correlazione tra inquinamento atmosferico e danni alla salute, come il cancro ai polmoni e numerose altre malattie non solo respiratorie. La novità di questo studio è che ha individuato come ciò avviene.

Nel DNA si accumulano continuamente mutazioni. Molte sono dovute a errori casuali durante la replicazione del materiale genetico prima della divisione cellulare. La maggior parte viene riparata, ma alcune persistono, a volte per tutta la vita e in maniera silente, senza che causino problemi. Il particolato fine può agire come un innescatore capace di risvegliare alcune di queste mutazioni dormienti, quando si trovano in cellule polmonari dove possono scatenare la malattia. In esperimenti con topi di laboratorio, il gruppo di ricerca ha mostrato che animali con mutazioni in un gene chiamato EGFR avevano maggiori probabilità di sviluppare questo tipo di tumore se erano stati esposti alle particelle inquinanti. Il gene EGFR è noto da tempo per essere associato al cancro ai polmoni.

In seguito al periodo di pandemia, l'Istituto Superiore di Sanità (ISS), l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) con il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) hanno avviato un programma nazionale di studi epidemiologici. I risultati mostrano in modo coerente l'associazione dell'esposizione di lungo periodo a inquinanti atmosferici (particolato e biossido di azoto) con l'incidenza delle infezioni da SARS-CoV2. Naturalmente questi risultati appaiono di grande rilevanza anche per il futuro, in quanto confermano la necessità di agire tempestivamente per ridurre le emissioni di inquinanti atmosferici al fine di tutelare la salute pubblica.

Anche le altre sostanze inquinanti emesse nell'aria dalle attività antropiche hanno effetti sulla salute, vediamo le principali.

- Una concentrazione di **SO₂** maggiore di 5 ppm, cioè superiore a quella contenuta nell'aria pesantemente inquinata, provoca nell'uomo effetti immediatamente evidenti, come forte irritazione alla gola, irritazione agli occhi e tosse; alcuni effetti, però, cominciano a comparire a livelli molto inferiori ai 5 ppm. L'entità del disturbo, e la concentrazione di SO₂ necessaria perché esso inizi a manifestarsi, variano da soggetto a soggetto a seconda dell'età, dello stato di salute e della sensibilità individuale. Facciamo qualche esempio: a 1 ppm alcuni soggetti manifestano un restringimento delle vie respiratorie, altri invece una marcata difficoltà di respirazione che giunge, in alcuni casi, a spasmi bronchiali. La si-

tuazione diviene preoccupante e merita particolare attenzione nel caso di anziani e di persone che soffrono di malattie polmonari e cardiache.

- Il **CO**, monossido di carbonio, è un inquinante particolarmente pericoloso per la salute umana in quanto i suoi effetti vanno a interferire con l'assunzione di ossigeno a livello polmonare. L'ossigeno, indispensabile in tutti i processi cellulari, è distribuito in tutto il corpo da una particolare proteina presente nel sangue, l'emoglobina. Tale proteina, però, ha una tendenza a legarsi con il monossido di carbonio 300 volte superiore rispetto a quella con l'ossigeno. Se una persona resta a contatto con aria ricca di CO, la concentrazione di ossigeno nel suo sangue diminuisce perché in parte sarà sostituita dal monossido di carbonio. Per salvare una persona intossicata da CO si ricorre alla "camera iperbarica", che consiste in una stanza a livelli di pressione decisamente superiori a quelli normali, contenente aria ricca di ossigeno, nella quale viene velocizzata la fuoriuscita delle particelle di CO dal sangue intossicato.

Per un quadro aggiornato della situazione nelle città italiane, si può scaricare il dossier [Mal'aria qui](https://www.legambiente.it/rapporti-e-osservatori/malaria-di-citta/):
<https://www.legambiente.it/rapporti-e-osservatori/malaria-di-citta/>



Effetti sugli ecosistemi

In un mezzo mobile come l'aria, le sostanze inquinanti in essa liberate vengono trasportate anche a lunga distanza, quindi gli effetti sono da ricercare non solo a livello locale ma su ampia scala. Gli inquinanti atmosferici provocano danni diretti alle piante, sia acuti che cronici, e alterano in vario modo gli ecosistemi. Vediamo di seguito alcune delle principali conseguenze sui sistemi naturali:

- acidificazione e eutrofizzazione (abbondanza di nutrienti in un sistema acquatico) degli ecosistemi sensibili;
- ingiallimento delle foglie in quanto SO₂ interferisce con la formazione e il funzionamento della clorofilla;
- le forti concentrazioni di ozono che si verificano d'estate danneggiano visibilmente le foglie delle piante e gli aghi delle conifere; la persistenza di questa molecola inibisce la crescita delle piante;
- gli inquinanti sono immagazzinati, sotto forma di deposizione umida o secca, in ecosistemi acquatici e terrestri sensibili;
- gli apporti di zolfo e di azoto provocano un'acidificazione in particolare dei laghi alpini, dei fiumi situati ad alta quota e dei suoli boschivi a qualsiasi altitudine;
- un aumento dell'apporto di azoto danneggia numerosi ecosistemi sensibili a tale sostanza, quali ad esempio le foreste, i prati naturali particolarmente ricchi di specie, i prati magri, le brughiere alpine, le torbiere alte e le torbiere basse;
- il carico di azoto nelle foreste non ha



solo effetto locale, in quanto il dilavamento di tale sostanza, sotto forma di nitrato, la trasporta dal suolo boschivo alle acque sotterranee.

Come possiamo notare, tra gli inquinanti più impattanti troviamo l'azoto e i suoi composti. Le principali attività antropiche che liberano azoto sono l'attività agricola, la zootecnia e l'industria. Sebbene le deposizioni di nitrato siano diminuite negli ultimi 20 anni, mentre quelle di ammonio, derivanti dalle attività agricole e zootecniche, siano rimaste pressoché costanti, ampie zone dell'Italia del nord sono sottoposte alla deposizione dall'atmosfera di forme inquinanti di azoto (nitrato e ammonio) in quantità tra le più alte in Europa. Elevati valori di deposizioni azotate si concentrano sulla Pianura Padana, e si estendono fino all'arco alpino: azoto ed altri inquinanti atmosferici possono infatti essere trasportati dalle masse d'aria per decine o centinaia di km, raggiungendo anche aree remote. Vi sono poi altri effetti più diffusi sull'ambiente, dovuto alla presenza di particolato nei fumi e nelle esalazioni di fabbriche e motori: una diminuzione della visibilità atmosferica e, al tempo stesso, una diminuzione anche della luminosità, come è facile osservare in prossimità delle grandi città

Quali misure mettere in atto per la riduzione

A novembre 2021 sono state emanate delle nuove linee guida dell'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità) che hanno rivisto – ribassandoli – i valori limite delle concentrazioni dei principali inquinanti atmosferici, responsabili dell'insorgenza di numerosi problemi sanitari; di conseguenza nell'autunno 2022 c'è stata la revisione della Direttiva europea sulla qualità dell'aria che dovremo rispettare in un futuro prossimo, sebbene non ancora restrittiva come le indicazioni dell'OMS (vedi tabella).



PM10, PM2,5 e biossido di azoto - Confronto tra limiti Direttiva 2008/50/CE, valori guida OMS e limiti Nuova Direttiva da raggiungere entro 1/1/2030
Valori espressi in microgrammi al metrocubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

		Direttiva 2008/50/CE	Linee guida OMS	Nuova Direttiva
PM10	media annua	40	15	20
	media giornaliera	50	45	45
	massimo n. superamenti media giornaliera in un anno	35	3	18
PM2,5	media annua	25	5	10
	media giornaliera	-	15	25
	massimo n. superamenti media giornaliera in un anno	-	3	18
biossido di azoto	media annua	40	10	20
	media giornaliera	-	25	50
	massimo n. superamenti media giornaliera in un anno	-	3	18



Il rispetto dei limiti normativi sulla qualità dell'aria è una condizione necessaria di partenza per poter parlare di risanamento dell'ambiente e dell'aria che ci circonda.

Le misure da mettere in atto per perseguire questi obiettivi riguardano

- la riduzione della mobilità automobilistica privata, favorendo lo spostamento verso altri mezzi di trasporto (mobilità collettiva e/o attiva)
- la razionalizzazione del trasporto merci (maggior utilizzo del vettore ferroviario, intermodalità, logistica industriale, soluzioni logistiche per l'ultimo miglio delle consegne)
- misure per un rapido passaggio dalla motorizzazione diesel (a favore di differenti motorizzazioni, con priorità all'elettrico), sia nel trasporto persone sia, soprattutto, nel trasporto merci
- politiche agricole per la riduzione dell'intensità di allevamento, la riduzione degli input fertilizzanti e la diversificazione colturale

Naturalmente come singoli cittadini possiamo mettere in atto comportamenti differenti rispetto al passato e diffondere abitudini più sostenibili nelle nuove generazioni. Ad esempio spingere a:

1. usare l'automobile il meno possibile o scegliere formule di mobilità sostenibile che non prevedono auto di proprietà per tutti
2. influenzare i consumi scegliendo le filiere brevi o a Km0, favorendo produttori locali ed evitando trasporto delle merci
3. favorire l'uso della bicicletta o percorrere i brevi tragitti a piedi
4. scegliere un fornitore di energia che eroga energia rinnovabile.





3. COME PARLARE DI ARIA

Se già è difficile trattare con bambini e ragazzi temi complessi come quelli relativi alle emergenze ambientali, senza incorrere nell'errore di elencare problemi e scenari catastrofici che rischiano di generare un frustrante senso di impotenza, ancora più difficile è parlare loro di qualcosa di invisibile come la qualità dell'aria e l'inquinamento atmosferico. Questo manuale propone di parlare dell'aria in modo giocoso e laboratoriale, illustrandone alcune proprietà, per poi ragionare sulla sua qualità.

L'atmosfera è l'involucro gassoso che circonda la Terra

Può essere paragonata a una sorta di "buccia" del pianeta, sebbene l'aria che circonda la Terra non abbia una concentrazione costante ma sia gradualmente più rarefatta, man mano che ci si allontana dalla superficie terrestre. A circa 1.000 km da essa l'aria scompare. L'atmosfera circonda la Terra da 4,5 miliardi di anni grazie alla forza di gravità che la trattiene; senza tale forza, l'aria si disperderebbe nello spazio circostante. Se l'atmosfera non esistesse, il cielo non sarebbe azzurro, ma nero e punteggiato di stelle anche di giorno; i raggi del Sole sulla superficie terrestre sarebbero roventi e non ci sarebbe la pioggia. Insomma, senza l'atmosfera a proteggerla, sulla Terra non esisterebbe la vita. L'aria ci circonda e occupa ogni spazio libero intorno a noi. È anche contenuta nell'acqua e in tutti gli organismi viventi (piante e animali). Anche se risulta ai nostri occhi invisibile, si può sentire e misurare. Tutto quello che noi definiamo vuoto è in realtà spazio occupato dall'aria.



La struttura dell'atmosfera

A causa della forza di gravità, i gas dell'atmosfera vengono attratti verso la Terra ma non in modo uniforme: infatti, sullo strato a contatto con la superficie terrestre grava il peso di tutta l'atmosfera, mentre salendo di quota diminuisce la quantità, e quindi il peso, dei gas soprastanti. Per questa ragione il 50% della massa totale dei gas atmosferici è concentrato nei primi 5,5 km di altezza. Le fasce in cui viene suddivisa l'atmosfera si basano sul particolare andamento della temperatura al variare della quota.

- Troposfera: è lo strato a contatto con la superficie terrestre e si estende da un minimo di 8 km (ai poli) a un massimo di 16 (all'equatore). Deve il suo nome (dal greco tropos, cambiamento) al fatto che in essa si concentra la maggior parte del vapore acqueo e, di conseguenza, si sviluppano le perturbazioni atmosferiche. Per questo motivo gli aerei tendono a volare sopra questa quota. La temperatura dell'aria diminuisce al crescere dell'altitudine. È separata dalla fascia successiva dalla tropopausa.
- Stratosfera: arriva fino a circa 50 km di altezza. In essa la temperatura tende ad aumentare, dapprima lentamente, dai 30-50 km in poi molto rapidamente. Lo strato più caldo corrisponde all'ozonosfera che, assorbendo gran parte dei raggi ultravioletti (UV) della luce solare, libera la loro ener-

gia sotto forma di calore. Questo strato protegge la terra dai raggi UV, i cui effetti sarebbero dannosi per gran parte degli esseri viventi. A causa dell'attività antropica, l'ozonosfera presenta una rarefazione che ne diminuisce l'efficacia protettiva in alcune zone della terra. È separata dalla fascia successiva mediante la stratopausa.

- Mesosfera: si estende dai 50 agli 85 km circa. In essa vi è un crollo della temperatura che diminuisce con la quota fino ad arrivare a -90°C. È separata dalla fascia successiva dalla mesopausa.
- Termosfera o ionosfera: è la fascia che parte da 80 km di altitudine e arriva a circa 500 km. Deve il nome "termosfera" al fatto che in essa la temperatura aumenta nuovamente fino ad arrivare a superare i 1.000 °C. È anche denominata "ionosfera" poiché le radiazioni solari a così elevata energia trasformano le particelle di gas in ioni. Questo fenomeno è importante per le telecomunicazioni in quanto le onde radio, che si propagano in linea retta, vengono riflesse dalle particelle elettricamente cariche e tornano sulla Terra anche a grandi distanze dal punto di emissione. Nel 1901 Guglielmo Marconi constatò che, nonostante la curvatura della superficie terrestre, le onde radio trasmesse dall'Europa erano state ricevute in America; egli non seppe trovarne una spiegazione fino a vent'anni dopo, quando si conobbero le caratteristiche della ionosfera.



• Esosfera: è la parte più esterna dell'atmosfera e anche la meno conosciuta. Le particelle dei gas sono estremamente rarefatte e si muovono ad altissima velocità, sfuggendo per questo al campo gravitazionale terrestre ed entrando nel limite superiore dell'atmosfera, la "frangia atmosferica". La pressione atmosferica è pressoché nulla e la temperatura molto elevata.

L'aria, infatti, è una miscela di gas e come tale ha una densità inferiore a quella di liquidi e solidi, è priva di un volume definito e si espande rapidamente, riempiendo completamente il volume dei contenitori in cui viene confinata. Le grandezze fisiche che più caratterizzano lo stato e il comportamento dell'atmosfera sono le radiazioni, la temperatura, la pressione e l'umidità.

Per poterla "mostrare" agli alunni possiamo dimostrare la sua esistenza in modo indiretto, giocando con le sue proprietà.

Composizione e proprietà

Grazie agli elementi che compongono l'aria si possono spiegare due importanti fenomeni naturali: la respirazione e la combustione. Quali sono questi elementi? Quale fra questi è il più abbondante? E il più importante per gli organismi viventi?

L'aria è composta da una miscela di gas presenti in proporzioni differenti: il più abbondante è l'azoto, che costituisce il 78% del volume totale. L'azoto è un elemento con molecola biatomica e simbolo chimico N_2 ; è un gas incolore che non interviene nei processi respiratori e nella combustione.

La sua notevole quantità nell'aria riduce gli effetti dell'ossigeno che allo stato puro provocherebbe la combustione di molte sostanze, comprese le molecole degli esseri viventi.

Il secondo gas presente nell'aria per quantità, ma il più importante per gli organismi viventi, è l'ossigeno (O_2), che ne costituisce il 21% del volume totale. È incolore e inodore ed è indispensabile perché possa avvenire qualsiasi processo di combustione. Infine sono presenti, all'1%, vapore acqueo e un insieme di gas tra i quali, allo 0,04%, anche l'anidride carbonica (CO_2).

Solo alla fine del Settecento gli scienziati scoprirono che l'aria è composta da vari gas che intervengono in misura diversa nei processi in cui è coinvolta, in particolare nella combustione. Il chimico e filosofo inglese Joseph Priestley, chiarì che il misterioso componente dell'aria indispensabile alla respirazione, quello che la rendeva "buona", ossia l'ossigeno, era anche il componente che consentiva la combustione. E veniva rigenerato da un processo naturale delle piante per il quale era indispensabile la luce del Sole.



1 - L'aria da vedere

Materiali

- fogli di giornale
- nastro adesivo di colore vivace (per esempio, rosso o giallo)
- carta stagnola (di recupero da qualche imballaggio)
- un sacchetto trasparente oppure un contenitore rigido trasparente



Procedimento: sdividi ogni foglio di giornale in otto parti fino a ottenere 100 foglietti di uguali dimensioni; accartocchia i foglietti ad uno ad uno e fanne 100 palline ben pressate; metti 78 di queste palline nel contenitore; prendi 21 palline e ricopri di carta stagnola; prendi l'ultima pallina e avvolgila con il nastro adesivo colorato; metti tutto nel contenitore e mescola bene.



Che cosa succede: hai creato un modello di composizione dell'aria.

Commento: se si osservano le palline nel loro insieme, risulta evidente quale tipo predomini: le 78 palline di giornale (78% del totale) rappresentano le molecole di azoto, le 21 palline di carta stagnola (21%) le molecole di ossigeno e l'unica pallina colorata (1%) le molecole di anidride carbonica e di altri gas.

Molto spesso i bambini credono che l'aria sia composta esclusivamente da ossigeno e che noi, con la respirazione, la possiamo utilizzare "tutta". È invece importante sottolineare che solo 1/5 dei gas presenti nell'atmosfera è utilizzabile dal nostro corpo (in modo più dettagliato si può spiegare

che con l'espiazione in realtà si emette ancora una quantità molto elevata di ossigeno, pari al 16% dei gas totali espirati, con un utilizzo quindi di solo il 5%, mentre le percentuali di azoto e altri gas rimangono invariate).



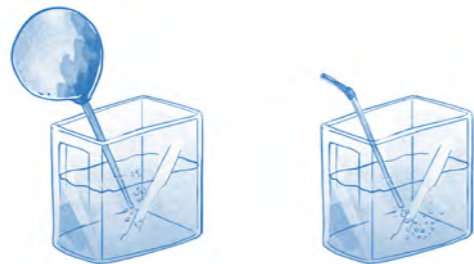
2 - La composizione dell'aria non è fissa

Materiali

- vaschetta o un barattolo di vetro trasparente
- colorante blu di bromotimolo (reperibile in laboratori chimici e di analisi cliniche)
- contagocce
- cannuccia lunga
- peretta
- acqua



Procedimento: riempi circa a metà la vaschetta con dell'acqua; aggiungi con il contagocce un po' di colorante e mescola; inserisci la peretta piena d'aria e svuotala nel liquido, poi estraila; facendo molta attenzione a non inspirare, perché la sostanza non va ingerita, inserisci la cannuccia e soffia dolcemente (senza provocare bolle) e a lungo; continua a soffiare fino a quando cambia il colore della soluzione; soffia ancora e osserva altri eventuali cambiamenti.



Che cosa succede: in chimica esistono delle sostanze il cui colore dipende dall'acidità dell'ambiente in cui si trovano, che vengono chiamate "indicatori di pH". L'indicatore più comune è il tè: avrete tutti notato la variazione di colore di un bicchiere di tè in seguito all'introduzione di poche gocce di limone. L'introduzione del limone abbassa il pH provocando un viraggio della colorazione.

Il blu di bromotimolo (allo stato puro è di colore rosso) è un indicatore di pH, che assume colore blu in ambiente basico e giallo in ambiente acido. Quando l'aria immessa è quella proveniente dalla peretta (quindi di composizione uguale a quella dell'aria atmosferica) non avviene alcun cambiamento, mentre quando si soffia l'aria emessa dai nostri polmoni, la sua composizione varia poiché aumenta la percentuale di anidride carbonica (acida).

Commento: l'attività evidenzia le modificazioni che noi produciamo nella composizione dell'aria quando respiriamo, normalmente non visibili. Questo è quanto avviene in tutti gli organismi viventi, animali e vegetali (è importante sottolineare che anche le piante, pur essendo organismi fotosintetici, respirano producendo CO₂), così come avviene nei processi che comportano una combustione.

Ha un volume

L'aria, costituita da una miscela di gas, tende a occupare lo spazio che trova a disposizione. Ma ciò è difficile da dimostrare, dato che parliamo di una sostanza aeriforme priva di colorazione. Negli esperimenti

che vi proponiamo sarà possibile in modo semplice evidenziare l'esistenza dell'aria attraverso l'osservazione di alcune azioni in cui è coinvolta.



3 - L'aria riempie gli spazi

Materiali

- vaschetta trasparente
- bicchiere trasparente
- acqua
- foglio di carta da giornali



Procedimento: riempi di acqua la vaschetta; appallottola il foglio di carta in modo che si incastrino sul fondo del bicchiere; immergi il bicchiere con il foglio nella vaschetta spingendolo sul fondo in modo perpendicolare all'acqua; togli il bicchiere, senza inclinarlo, ed estrai il foglio.

Che cosa succede: il foglio rimane asciutto.

Commento: quando il bicchiere viene immerso nell'acqua l'aria che vi è contenuta viene a trovarsi tra l'acqua e il giornale. L'aria forma così una barriera a protezione del foglio, impedendo all'acqua di bagnarlo.

Se il bicchiere non viene estratto verticalmente ma viene inclinato, l'aria esce, permettendo all'acqua di entrare, quindi di bagnare la carta.



4 - L'aria si espande

Materiali

- palloncino
- bottiglia vuota
- secchio con acqua calda
- acqua corrente



Procedimento: infila il palloncino vuoto sul collo della bottiglia, immergi la bottiglia nell'acqua calda per qualche minuto; dopo qualche minuto, estraila e mettila sotto l'acqua corrente fredda.



Che cosa succede: man mano che l'aria all'interno della bottiglia si scalda, il palloncino si gonfia. Riportando la bottiglia alla temperatura iniziale grazie al getto del rubinetto, il palloncino tenderà a sgonfiarsi.

Commento: l'aria, come tutte le sostanze, è costituita da particelle in movimento. È possibile simulare il comportamento dell'aria mettendo delle palline da ping-pong in un sacchetto. Agitando il sacchetto con una certa velocità questo tende a gonfiarsi; man mano che aumentiamo la velocità di agitazione il volume del sacchetto aumenta. La temperatura ha lo stesso effetto sulle particelle di aria: più aumenta, più le particelle si muovono velocemente e maggiore è il volume occupato.

Esercita una pressione

L'aria, come tutte le sostanze gassose, non ha volume definito e si può comprimere. La compressione aumenta la pressione dell'aria, cioè la forza che questa esercita sulle pareti del contenitore in cui è racchiusa. Nella vita quotidiana la forza espressa

dalla pressione dell'aria ha moltissime applicazioni.

Sarà interessante scoprire che l'aria è utilizzata dall'uomo per svolgere molte funzioni quotidiane grazie alla sua capacità di esplicare una forza.



La pressione atmosferica

L'atmosfera, la grande massa d'aria che circonda la Terra per centinaia di chilometri, esercita con il suo peso una forza su tutti i corpi presenti sul nostro pianeta. Il peso dell'aria su ogni unità di superficie è detto "pressione atmosferica" ed è dato dal peso della colonna d'aria con base 1 cm^2 e altezza pari allo spessore totale dell'atmosfera (circa 1.000 km). Questo peso è enorme: su ognuno di noi premono circa 15 tonnellate d'aria, eppure noi non lo avvertiamo. Questo perché l'aria si trova ovunque, in ogni spazio intorno a noi; dobbiamo quindi pensare che la pressione atmosferica non agisce solo dall'alto verso il basso, ma anche in tutte le altre direzioni. La pressione atmosferica diminuisce con la quota, in quanto si riduce il peso della colonna d'aria sovrastante, sia perché è minore il suo spessore, sia perché l'aria è più rarefatta e quindi pesa meno. A 3.000 m di altitudine, la pressione atmosferica è ridotta di circa $1/3$ rispetto al livello del mare. La pressione atmosferica varia anche al variare della temperatura: l'aria calda, infatti, è più leggera dell'aria fredda perché le molecole da cui è formata sono più distanti tra loro.

Infine, la pressione atmosferica varia anche al variare dell'umidità dell'aria: nell'aria è sempre presente una quantità variabile di acqua sotto forma di vapore acqueo; l'aria umida è più leggera di quella secca perché le molecole di acqua pesano meno di quelle di altri gas presenti nell'aria.

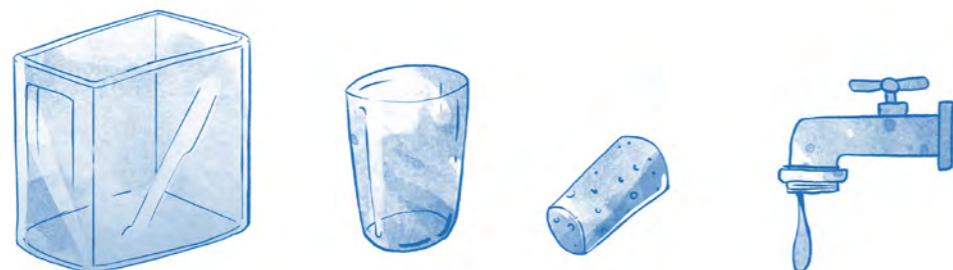
Queste proprietà della pressione atmosferica spiegano anche un fenomeno su vasta scala di cui facciamo esperienza nella vita quotidiana: i venti. Poiché le radiazioni solari non riscaldano in modo omogeneo la superficie della Terra, si generano dei movimenti d'aria che trasferiscono il calore dalle zone più calde a quelle più fredde. Quando l'aria si riscalda, sale generando una zona di bassa pressione, mentre quando si raffredda, scende, creando un'area di alta pressione. I movimenti orizzontali d'aria da zone a pressione diversa sono noti appunto come venti.



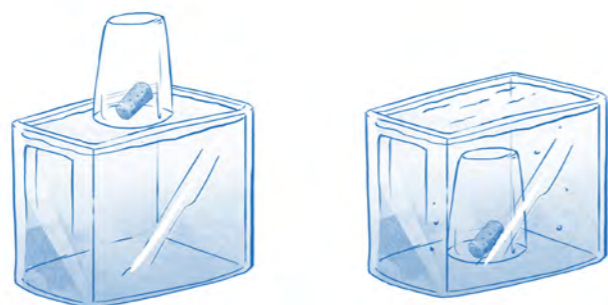
5 - Il trucco del tappo

Materiali

- vaschetta trasparente
- bicchiere trasparente
- tappo di sughero
- acqua



Procedimento: riempi di acqua la vaschetta; metti il tappo sulla superficie dell'acqua; prendi il bicchiere e appoggialo sulla superficie dell'acqua in modo che il tappo sia posto al centro e premi verso il fondo.



Che cosa succede: il tappo viene schiacciato sul fondo della vaschetta.

Commento: si può introdurre l'esperienza proponendo ai bambini un indovinello: come si può spingere il tappo sul fondo della vaschetta senza toccarlo?

È difficile spiegare che c'è differenza tra aria e vuoto, ma in questo caso lo si fa mostrando un'azione esercitata dall'aria.

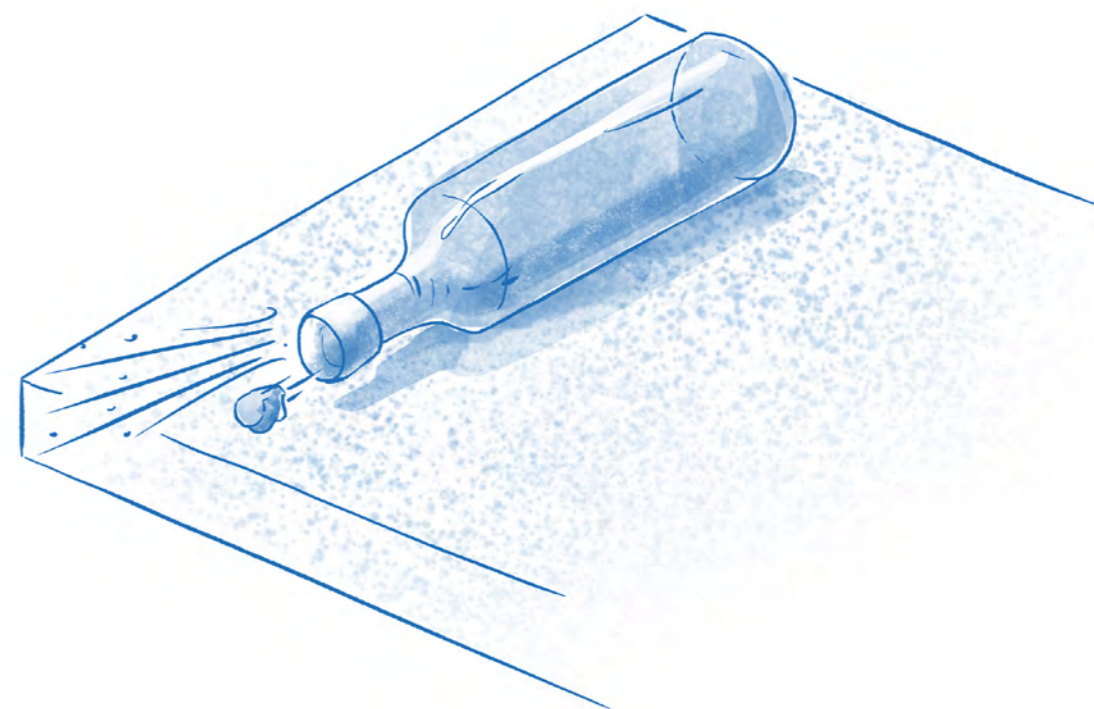
Si può inoltre evidenziarne la presenza inclinando leggermente il bicchiere sul fondo. Si sprigioneranno delle bollicine e il tappo salirà sempre più in alto fino a toccare il fondo del bicchiere



6 - Giochiamo con la pressione

Materiali

- bottiglia vuota
- pallina di carta



Procedimento: appoggia la bottiglia orizzontalmente sul tavolo; fai una pallina di piccole dimensioni (circa quelle di una ciliegia); metti la pallina nel collo della bottiglia; soffia forte dentro la bottiglia.

Che cosa succede: la pallina non entrerà nella bottiglia, al contrario ma tornerà verso la persona che soffia.

Commento: l'aria soffiata supera la pallina e, incontrando il fondo della bottiglia, fa aumentare la pressione dell'aria al suo interno. Appena si verifica una pausa (come quando si riprende fiato), l'aria compressa può uscire trascinando nel suo percorso la pallina.



7 - Schiacciare l'aria

Materiali

- siringa senza ago



Procedimento: prendi la siringa e tira lo stantuffo in modo che si riempia d'aria; chiudi l'apertura della siringa con un dito; premi sullo stantuffo con forza; lascia lo stantuffo.

Che cosa succede: lo stantuffo entra nella siringa, pur incontrando una certa resistenza, poi si blocca; sul dito senti una forte pressione. Quando si lascia andare lo stantuffo, questo torna nella posizione iniziale.

Commento: questa semplicissima attività mostra ai bambini che l'aria può essere compressa: quando premiamo sullo stantuffo è costretta a occupare uno spazio minore. Allo stesso tempo dimostra che la siringa non è "vuota". Con l'aumentare della forza con la quale premiamo lo stantuffo, aumenterà anche la pressione dell'aria sul dito. Quando lasciamo lo stantuffo, esso torna nella posizione iniziale perché l'aria compressa tende a dilatarsi.



8 - La forza dell'aria

Materiali

- sacchetti di plastica di varie dimensioni



Procedimento: impugna il sacchetto dai manici; alza le braccia; inizia a correre cercando di tenere le braccia il più possibile tese in alto

Che cosa succede: il sacchetto prima si gonfierà d'aria, poi opporrà una certa resistenza alla corsa.

Commento: ci si accorge della forza dell'aria per la fatica che le nostre braccia compiono nel tentativo di restare tese. Può essere interessante ripetere questo gioco utilizzando sacchetti di diverse dimensioni: maggiore è la dimensione del sacchetto, maggiore sarà anche la resistenza che si incontra durante la corsa. Infatti, è il volume d'aria contenuto nel sacchetto a esercitare una forza in senso contrario alla direzione della corsa. Questo principio è quello che permette al paracadute di rallentare la velocità di caduta.

9 - Corsa contr-aria

Materiali

- foglio di giornale



Procedimento: stendi il foglio di giornale davanti al petto e sorreggilo con le dita; inizia a correre; stacca le mani dal giornale continuando a correre.

Che cosa succede: il foglio di giornale resta aderente al petto.

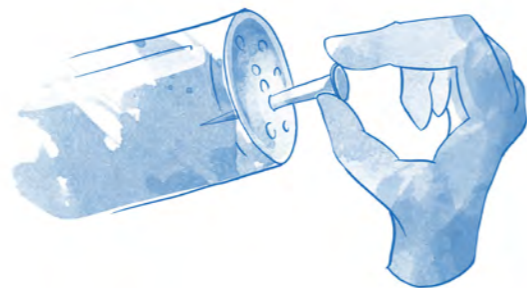
Commento: questa esperienza, nella sua semplicità, mostra l'esistenza dell'aria e la forza che essa esercita; si può presentare agli alunni come indovinello, chiedendo loro *quali modi conoscono per spostare un foglio di carta senza utilizzare le mani*.



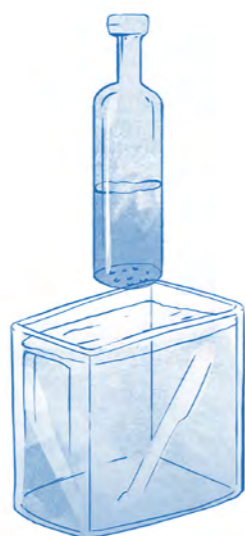
10 - La pressione atmosferica si può vedere!

Materiali

- bottiglia di plastica col tappo
- chiodo
- vaschetta
- acqua



Procedimento: con il chiodo pratica 10-15 fori sul fondo della bottiglia; riempi la vaschetta di acqua; tenendo la bottiglia verticale e senza tappo, immergila nella vaschetta fino a che l'acqua è entrata dai fori (puoi riempire la bottiglia anche dall'alto); quando la bottiglia è quasi piena chiudila col tappo; estrai la bottiglia dalla vaschetta e osserva.



Che cosa succede: l'acqua rimarrà nella bottiglia, senza uscire dai buchi. Togliendo il tappo, l'acqua comincerà a uscire dai fori.

Commento: quando la bottiglia è chiusa dal tappo, sul suo contenuto viene esercitata, attraverso i fori, la pressione atmosferica in una sola direzione (verso l'alto); l'apertura del tappo, invece, fa sì che la pressione atmosferica possa agire anche sulla superficie dell'acqua della bottiglia, spingendola verso il basso e, quindi, fuori dai buchi.

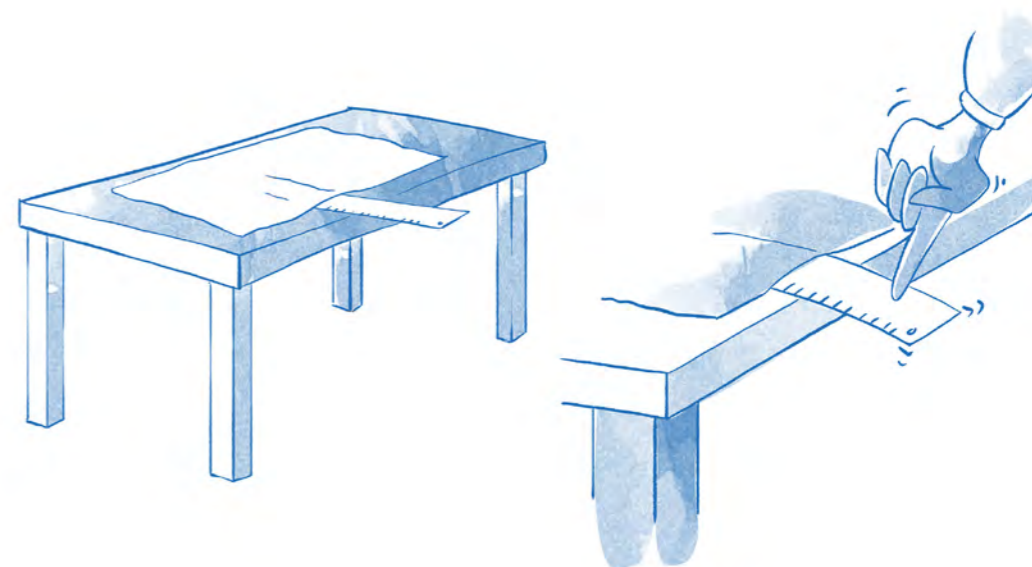


11 - Un foglio, un macigno

Materiali

- un righello
- un grande foglio di carta (formato A4, o ancora meglio A3)
- un tavolo come base d'appoggio

Procedimento: appoggia il righello sul tavolo in modo che sporga per circa un terzo; metti il foglio di carta sulla parte del righello che sta sul tavolo; dai un colpo abbastanza deciso alla parte sporgente del righello dall'alto al basso; attenzione: un colpo troppo forte potrebbe rompere il righello.



Che cosa succede: il foglio impedisce al righello di sollevarsi.

Commento: è l'aria a premere sul foglio e visto che la superficie del foglio è ampia, molto più del righello, la quantità di aria che la sovrasta è tale da impedire che il foglio si sollevi, nonostante la forza del nostro colpo. A ulteriore dimostrazione di questo, si può ripetere l'esperienza con fogli di diverse dimensioni, facendo così notare come la resistenza che il righello incontra mentre si solleva aumenti con l'aumentare delle dimensioni del foglio.



Trasmette il suono

La nostra vita è circondata da suoni e rumori. Che ruolo ha l'aria nella trasmissione di questi suoni, così importanti per capire quello che succede attorno a noi? Un suono è il risultato della vibrazione periodica di un corpo. L'orecchio umano è l'organo ricettivo dei suoni ed è in grado di distinguere un suono da un altro. Un suono è costituito da onde che si propagano dalla sorgente al rilevatore sonoro. Se teniamo fermo e sospeso un tegame per il manico e ne percuotiamo il fondo con un martelletto, esso entra in vibrazione producendo un suono. Questa vibrazione risulta invisibile a occhio nudo ma avvicinando il tegame a una pallina appesa a un filo, vedremo che in corrispondenza dell'emissione sonora la pallina inizierà a oscillare.

Le onde sonore, diversamente da quelle luminose, non possono propagarsi in assenza di materia, cioè nel vuoto. Questo perché la propagazione del suono è dovuta al trasferimento della vibrazione da una particella all'altra, che inizierà così a vibrare attorno alla propria posizione di equilibrio e a sua volta trasferirà la vibrazione. Man mano che il suono si propaga, a causa degli attriti che sono presenti ovunque, esso tenderà a smorzarsi. Acquista così particolare importanza il mezzo nel quale il suono si propaga, perché a seconda della sua massa e della sua elasticità, la propagazione del suono risulterà più o meno veloce. Nell'aria, per esempio,

il suono percorre 340 m in un secondo, mentre, nello stesso tempo nell'acqua percorre 1.500 m e nell'acciaio 5.000 m.



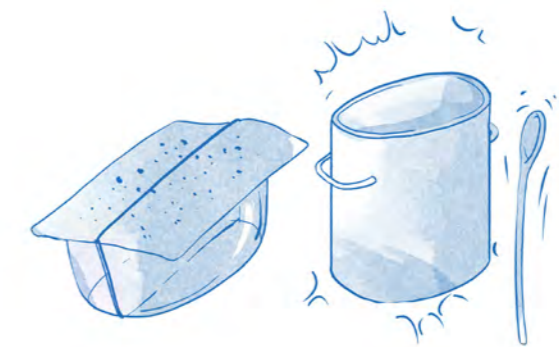
12 - La forza del suono

Materiali

- foglio di plastica per alimenti (tipo pellicola)
- elastico grande
- scodella o una piccola vaschetta
- cucchiaio di legno
- pentola di metallo
- sale grosso



Procedimento: metti il foglio di plastica sulla scodella e fissalo con l'elastico in modo che sia ben teso; appoggia un po' di sale sul foglio di plastica; avvicina la pentola alla scodella (attenzione: non devono toccarsi!) e percuotila più volte con il cucchiaio di legno.



Che cosa succede: i granelli di sale rimbalzano sul foglio di plastica.

Commento: questa attività dimostra che l'aria trasporta il suono sotto forma di onde: infatti quando colpiamo la pentola questa fa rumore perché vibra e fa vibrare anche l'aria intorno, provocando onde sonore. Quando le onde colpiscono la scodella, essa vibra a sua volta e fa saltellare il sale.

Con il nostro esperimento abbiamo dimostrato che i solidi trasmettono il suono meglio dell'aria. I suoni viaggiano facilmente anche attraverso mattoni e vetri: per questo vengono percepiti anche al di là di muri e finestre.



Indispensabile alla vita: fotosintesi e combustione

L'aria in atmosfera svolge la fondamentale funzione di mantenere stabilità nelle temperature compatibili con la vita, grazie all'effetto serra naturale. Il suo componente più importante per gli esseri viventi è l'ossigeno, indispensabile sia ai processi di respirazione sia a quelli di combustione. Il processo nel quale viene liberato ossigeno dalle piante, come scarto, è la fotosintesi; se consideriamo l'aspetto energetico, possiamo riassumere la fotosintesi come la trasformazione dell'energia luminosa dei raggi solari in energia chimica, immagazzinata nelle molecole delle piante e da queste poi trasmessa agli animali che se ne nutrono. Si può quindi affermare che le attività e la sopravvivenza di tutte le cellule, e quindi degli organismi viventi, dipendono dall'energia solare.

C'è un altro processo indispensabile alla vita che riguarda l'ossigeno ed è la combustione, di cui la respirazione cellulare rappresenta un tipo particolare. È il processo che trasforma l'energia chimica contenuta nei legami di molecole di combustibile, o di cibo, in altre forme di energia (termica, cinetica, luminosa, ecc.). La respirazione che gli umani compiono è un atto che serve a immettere nei polmoni aria, della quale solo l'ossigeno passa nel circolo sanguigno e arriva a tutte le cellule del corpo. Dove avviene la combustione di molecole energetiche (in particolare il glucosio) per produrre l'energia che serve a svolgere tut-

te le funzioni vitali e le attività. Gli scarti di questo processo sono anidride carbonica e acqua. Nelle altre specie animali ci possono essere apparati respiratori differenti, ma il processo di utilizzo dell'ossigeno come comburente delle combustioni cellulari non cambia.

Abbiamo detto quindi che grazie agli organismi fotosintetici l'aria riceve l'apporto di ossigeno, mentre a causa delle combustioni questo viene consumato. È quindi evidente che la composizione dell'aria si modifica: possiamo mostrare questo cambiamento agli alunni con una semplice esperienza, alla quale però è importante dare la corretta spiegazione.



13 - Produrre ossigeno

Materiali

- qualche rametto di una pianta acquatica (*Elodea canadensis*)
- bacinella di vetro trasparente
- barattolo di vetro trasparente
- cartolina
- acqua



Procedimento: puoi reperire la pianta acquatica presso un negozio di acquari; riempi d'acqua la bacinella; poni i rametti nel vaso di vetro e riempi d'acqua; chiudi l'imboccatura del vaso con la cartolina e capovolgilo tenendo la mano sulla cartolina, poi immergilo nella bacinella; sfilala da sotto il barattolo ed esponi la bacinella alla luce del sole.



Che cosa succede: dopo qualche tempo, sulle foglie compaiono delle bollicine che salgono verso la superficie.

Commento: le foglie delle piante acquatiche, così come quelle delle piante terrestri, in presenza di luce solare liberano ossigeno. Data la trasparenza dell'ossigeno, questo fenomeno è visibile solo in acqua.



14 - L'aria si consuma?

Materiali

- piatto fondo o bacinella
- candela
- bicchiere di vetro trasparente più alto della candela
- acqua
- fiammifero o un accendino



Procedimento: fissa la candela al piatto versando alcune gocce di cera; versa dell'acqua nel piatto; accendi la candela e coprila con il bicchiere.

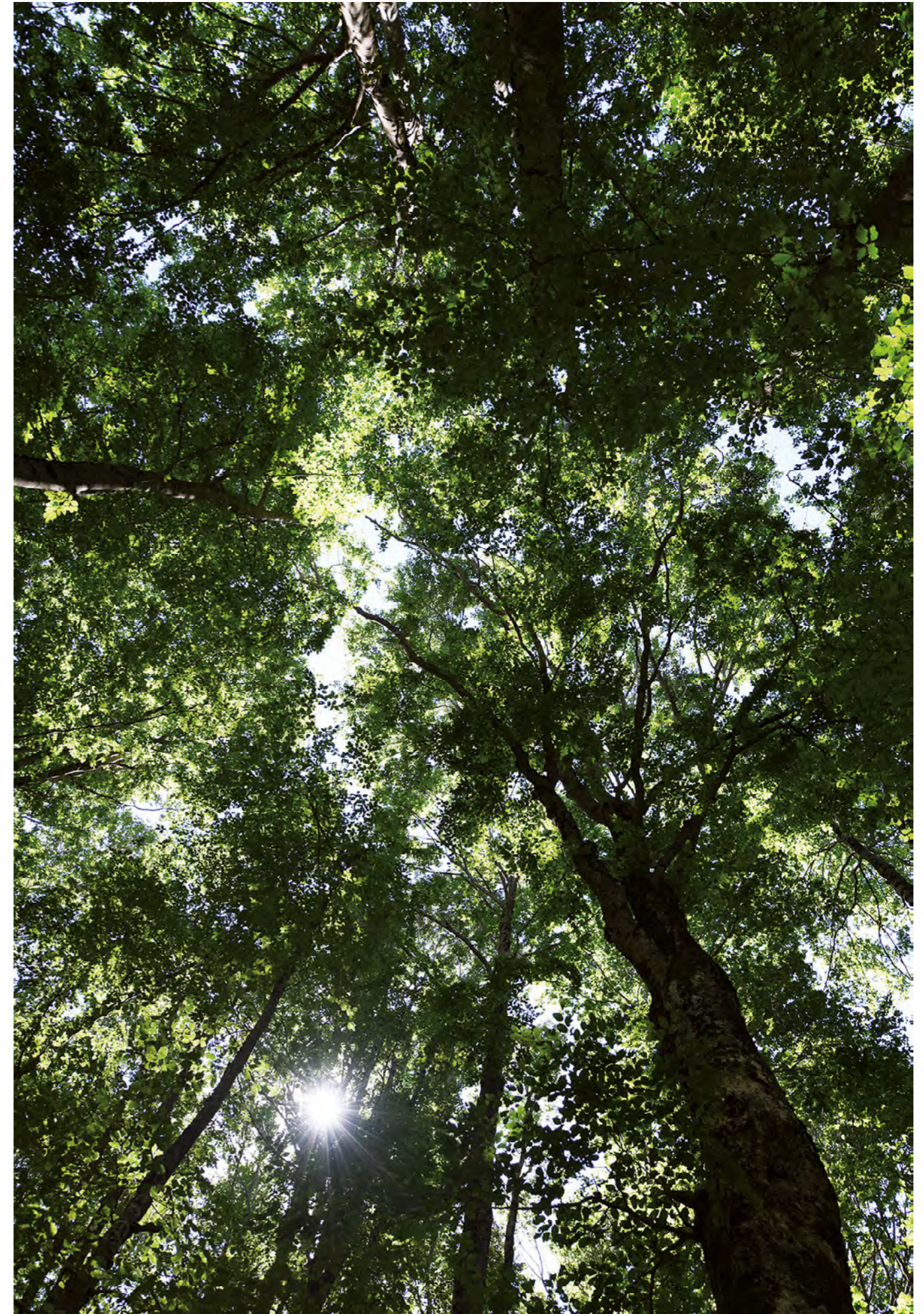


Che cosa succede: dopo qualche istante si noterà che la candela si spegne e che l'acqua risale nel bicchiere.

Commento: 1. La prima domanda che ci si pone è: perché la candela si è spenta? Perché l'ossigeno, uno dei componenti dell'aria, viene consumato durante la combustione; quando l'ossigeno presente nel bicchiere è terminato, la candela si spegne.
2. La seconda domanda è: perché l'acqua è entrata nel bicchiere? Perché quando la fiamma è accesa, il gas contenuto nel bicchiere si dilata e fuoriesce (ciò è dovuto alla proprietà dei gas di dilatarsi con il calore). Quando la fiamma si spegne, il gas si raffredda e diminuisce il proprio volume, di conseguenza l'acqua occupa lo spazio lasciato libero dal gas fuoriuscito.

Curiosità per l'insegnante: un "falso storico"

In molti testi questa esperienza viene motivata affermando che l'acqua entra nel bicchiere perché va a occupare lo spazio dell'ossigeno consumato durante la combustione. Questa spiegazione è sbagliata perché durante la combustione l'ossigeno va a costituire anidride carbonica (legge di Lavoisier semplificata: "nulla si crea, nulla si distrugge, tutto si trasforma"), per cui la diminuzione di volume del gas non è attribuibile alla "scomparsa" di un elemento. In realtà il fenomeno che si osserva è dovuto a un'espansione e a una successiva contrazione del volume dell'aria a causa delle variazioni di temperatura.





4. PROPOSTE DIDATTICHE

Come trattare a scuola il tema della qualità dell'aria? Come far sì che bambini delle primarie e i ragazzi delle secondarie di primo grado possano trovare l'argomento interessante e si possano individuare insieme comportamenti responsabili, che arrivino a coinvolgere le loro famiglie? Proviamo a fornire vari spunti di lavoro.

Teniamo in considerazione che il tema dell'aria (al pari di altri temi scientifici quali l'acqua, il suolo ecc.) spesso viene trattato come argomento del programma scolastico, quindi la nostra proposta può andare ad arricchire una attività didattica disciplinare o, ancora più facilmente, andare a interessare l'Educazione Civica in uno dei suoi tre nuclei tematici principali, quello dello "sviluppo sostenibile, educazione ambientale, conoscenza e tutela del patrimonio e del territorio".

Materiali di lavoro in classe

Per trattare il tema in classe in modo coinvolgente, proponiamo dei materiali che comprendono le diapositive per tenere la lezione, la guida che spiega come utilizzarle e alcune schede per far lavorare gli alunni sul tema.

Questi materiali fanno parte del progetto Life Terra e trattano diversi temi. Al link qui di seguito si trova una panoramica sui materiali didattici di vari argomenti, mentre nella colonna accanto indichiamo quelli specifici per il tema Aria.

<https://www.gynzy.com/it/topic/terra-mission>

Scuola primaria (4° e 5° anno)



Slides per la lezione

<https://www.gynzy.com/teach/it/board/3eab22ca-10d3-490d-8fe6-11a2e-7e33bc1>

Guida alle slides per il docente

[https://files.gynzy.com/documents/upload_62db41e08330ec8d8757f3cbde-203dc3_Guidaperildocente+risposte-Argomento7\(Aria\)8-10anni.pdf](https://files.gynzy.com/documents/upload_62db41e08330ec8d8757f3cbde-203dc3_Guidaperildocente+risposte-Argomento7(Aria)8-10anni.pdf)

Scheda di lavoro per alunni 8-10 anni

[https://files.gynzy.com/documents/upload_e95e5f4d8bdf73389ef469c0f5d-8d90f_Schedadilavoro-Argomento7\(Aria\)8-10anni.docx.pdf](https://files.gynzy.com/documents/upload_e95e5f4d8bdf73389ef469c0f5d-8d90f_Schedadilavoro-Argomento7(Aria)8-10anni.docx.pdf)

Scuola secondaria di primo grado



Slides per la lezione

<https://www.gynzy.com/teach/it/board/76d15406-a162-4c16-8a82-822d0e639932>

Guida alle slides per il docente

[https://files.gynzy.com/documents/upload_b28c6bf7b-473b7789e6c79b0fb43ff28_Guidaperildocente+risposte-Argomento7\(Aria\)11-14anni.pdf](https://files.gynzy.com/documents/upload_b28c6bf7b-473b7789e6c79b0fb43ff28_Guidaperildocente+risposte-Argomento7(Aria)11-14anni.pdf)

Scheda di lavoro per alunni 11-14 anni

[https://files.gynzy.com/documents/upload_0b000ad777f6ec4e32d5cf-54d1f70288_Schedadilavoro-Argomento7\(Aria\)11-14anni.pdf](https://files.gynzy.com/documents/upload_0b000ad777f6ec4e32d5cf-54d1f70288_Schedadilavoro-Argomento7(Aria)11-14anni.pdf)

Alla ricerca di bioindicatori

Come descritto nelle sezioni precedenti, il progetto Life Modern Nec si occupa di valutare lo stato di salute di particolari ecosistemi forestali e acquatici, allo scopo di monitorare gli effetti dell'inquinamento dell'aria.

Per fare questo i ricercatori hanno individuato degli "indicatori" che forniscono informazioni sull'ambiente, la cui lettura richiede una preparazione specifica.

Senza pretendere di proporre la stessa metodologia con bambini e ragazzi e senza la guida di un esperto, si ritiene comunque interessante introdurre il concetto di lettura della qualità di un ambiente a seconda della presenza o assenza di determinati organismi. La presenza in un ambiente di alcuni organismi animali e vegetali, detti indicatori biologici o bioindicatori, può fornire informazioni sullo stato di salute di quell'ambiente. Per essere riconosciuto come bioindicatore, un organismo deve presentare alcune caratteristiche:

- essere accessibile ai ricercatori (cioè vivere in ambienti dove il campionamento non sia troppo difficile)
- identificabile (che lo si riconosca facilmente rispetto ad altre specie),
- rappresentativo (deve, cioè, fornire una chiara relazione con il fenomeno che si sta studiando, come ad esempio la qualità di aria o acqua).

Alcuni esempi di bioindicatori sono i licheni, le api e altri insetti impollinatori, diversi macroinvertebrati acquatici. E proprio su quest'ultimi forniamo qualche spunto di osservazione.



Da tempo per lo studio delle acque superficiali, oltre alle tradizionali analisi chimiche e fisiche, si effettua l'attività di ricerca biologica basata sulle comunità di macroinvertebrati che colonizzano gli ecosistemi fluviali. Questa attività di ricerca consente di calcolare l'Indice Biotico Esteso (I.B.E.) che classifica la qualità delle acque di un fiume su di una scala che va da 1 (massimo degrado) a 12-13 (qualità ottimale). I macroinvertebrati acquatici sono organismi invertebrati che vivono prevalentemente a contatto o in prossimità del fondo e le cui dimensioni allo stadio larvale sono raramente inferiori al millimetro, per cui risultano facilmente osservabili ad occhio nudo. I principali gruppi sono costituiti da insetti acquatici (Plecopteri, Efemerotteri, Tricotteri, Coleotteri, Odonati, Ditteri, Eterotteri) in forma larvale o adulta, da Crostacei, da molluschi Gasteropodi e Bivalvi, da Tricladidi, da Irudinei (sanguisughe) e da Oligocheti. Le caratteristiche che rendono adatti questi organismi ad una valutazione di qualità dell'ambiente acquatico in cui si trovano sono:

- numerose specie di macroinvertebrati sono sensibili all'inquinamento e reagiscono prontamente;
- esiste una conoscenza approfondita dell'ecologia di numerose specie;
- vivono sul fondo dei corsi d'acqua senza grandi migrazioni, per cui rispondono bene alle variazioni della qualità del luogo in cui vivono;
- hanno cicli di vita raramente inferiori ad un anno, per cui sono presenti stabilmente nel corso d'acqua
- sono facilmente campionabili e il loro



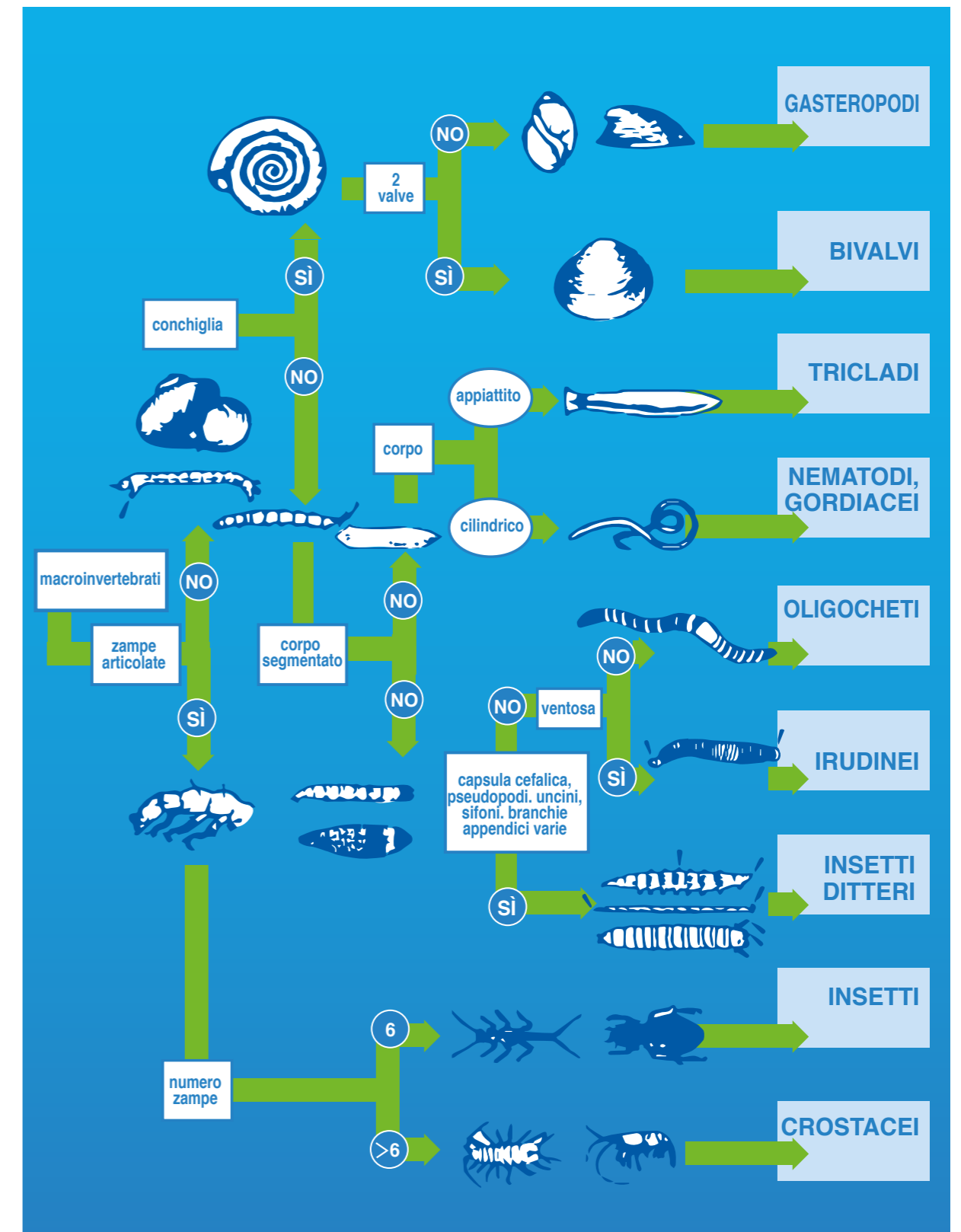
riconoscimento e classificazione risultano più semplici rispetto a quello di altri gruppi faunistici.

Ciò nonostante, la tecnica per la valutazione dell'I.B.E richiede molta competenza e l'ideale è chiedere ad un esperto di accompagnare la classe nell'attività di campionamento e analisi, ma il principio su cui si basa è semplice e qui di seguito riportiamo la procedura in termini generali. L'operatore, con l'ausilio di un retino e di vaschette di raccolta, campiona il corso d'acqua nel tratto che interessa e verifica quali specie di macroinvertebrati vi riescono a vivere (a questo scopo è indispensabile utilizzare un atlante, tipo quello scaricabile in questo [link](#)).

Per definire il giudizio di qualità si utilizza una tabella a doppia entrata, nella quale in orizzontale si inserisce il gruppo più sensibile rinvenuto e in verticale il numero totale di unità tassonomiche catturate: l'intersezione individua un valore numerico che rappresenta la qualità. Questi valori di indice biotico possono essere raggruppati in cinque Classi di Qualità, ognuna indicata con un colore. La qualità di un fiume o dei vari reticoli idrografici può essere così visualizzata in una mappa. Per compiere un'analisi delle acque di questo tipo è necessario un lavoro abbastanza lungo e metodico, ma per l'insegnante può essere interessante illustrarlo agli alunni sia per mostrare tecniche di monitoraggio ambientale, sia per evidenziare come una qualità ambientale compromessa comporti una assenza progressiva degli organismi più sensibili.



Chiave semplificata ai gruppi di macroinvertebrati





Percorso educativo

Infine proponiamo un **percorso educativo** che può racchiudere un po' tutto quanto descritto in questo manuale.

Con questi presupposti, proponiamo di affrontare l'argomento realizzando in classe il maggior numero di esperienze di laboratorio (box del capitolo 3), in quanto l'osservazione di piccoli esperimenti consente di fare interagire gli alunni con i fenomeni che vengono loro descritti e di spingerli a formulare ipotesi, di trovare risposte a quello che osservano.

Una volta tessuta questa rete di stimoli, quesiti, ipotesi ancora di carattere astratto, si può compiere un balzo nel "vicino a noi", dedicando attenzione a un'indagine sulla qualità dell'aria che respiriamo e ai fattori quotidiani che hanno influenza su di essa.

È molto importante che ognuna di queste fasi venga debitamente documentata attraverso le forme che si preferiscono (diario, fotografie, video, raccolta di opinioni ecc.). Una buona documentazione consente di arrivare a un prodotto finale di presentazione del cammino percorso, utile a riprendere l'attività negli anni successivi, facilitare i processi di valutazione (o di autovalutazione), sia durante che al termine del progetto.

Il percorso educativo che proponiamo, come nella tradizione di Legambiente, è un'esperienza collettiva, attraverso attività di approfondimento e di esplorazione, che possiamo schematizzare in questo modo:

1. individuare il problema
2. conoscere il territorio da esplorare e leggere le relazioni che lo governano

3. strutturare il percorso di ricerca, predisporre gli strumenti di indagine, raccogliere i dati, fare esperienze
4. organizzare, analizzare e interpretare i dati
5. assumere decisioni
6. comunicare l'esperienza e i risultati

1. Individuare il problema

Partire dalle preconcoscenze, da quello che gli alunni già sanno sull'argomento, permette di iniziare nel modo migliore. Non esiste il giusto e lo sbagliato in questa fase, esiste solo il gioco delle libere associazioni. La discussione, stimolata con strumenti come il brainstorming o la mappa concettuale, è utile per definire i contorni della tematica, a individuare il problema ambientale o semplicemente avvertirlo come tale. In alcuni territori il problema della qualità dell'aria è molto evidente (medie e grandi città, regioni del nord d'Italia, piccoli centri con particolari condizioni orografiche e morfologiche). La principale causa della cattiva qualità dell'aria è il traffico veicolare; con gli alunni si può partire dalla mobilità casa-scuola e collegarsi anche al tema della presenza di verde, sottolineando il ruolo delle piante nell'assorbimento di CO₂, scarto di O₂ e nella termoregolazione. Può essere efficace un momento di ascolto degli alunni sulla loro conoscenza e percezione della mobilità attraverso un'attività guidata, come quella del moving debate.



Il Moving Debate

Il Moving Debate è un'attività molto divertente e stimolante, che incoraggia gli alunni a valutare tutti gli aspetti relativi a un argomento. Anche qui, normalmente, sono previste regole e modalità abbastanza rigide: di fronte a un argomento o a un'affermazione gli alunni si spostano nelle tre parti in cui viene divisa l'aula, discutendo sulle varie ragioni per cui sostenere una posizione piuttosto che un'altra. Nel nostro caso, proponiamo una forma semplificata che permette di affrontare e approfondire per esempio l'impatto della mobilità individuale sulla qualità dell'aria. Per prima cosa vanno posizionati tre cartelli (sono d'accordo, non sono d'accordo, non so) in modo da creare spazi separati, poi si espone una affermazione. Gli alunni si separano, radunandosi nei vari spazi in base alle loro opinioni individuali. Poi hanno 5 minuti di tempo per concordare una motivazione seria per la loro scelta e ogni gruppo giustificherà la propria posizione. Può accadere che qualcuno cambi posizione e questo è consentito. Si prosegue con altre affermazioni. L'insegnante trascrive le varie dichiarazioni e le formazioni dei gruppi, riportando i nomi degli alunni. Al termine si discute sulle posizioni diverse e su eventuali incongruenze fra le posizioni prese dagli stessi alunni in base alle diverse affermazioni.

Le affermazioni, ad esempio, potrebbero essere:

- Andare a scuola a piedi o in bici è più divertente.
- Non è il mio spostamento che cambia la situazione, perché sono una persona sola
- Se ci fosse il piedibus mi piacerebbe molto!
- Se i mezzi di trasporto inquinano sono disposto/a a usare la bici.
- Se le strade vicino alla scuola fossero chiuse al traffico potrei venire a piedi o in bici.





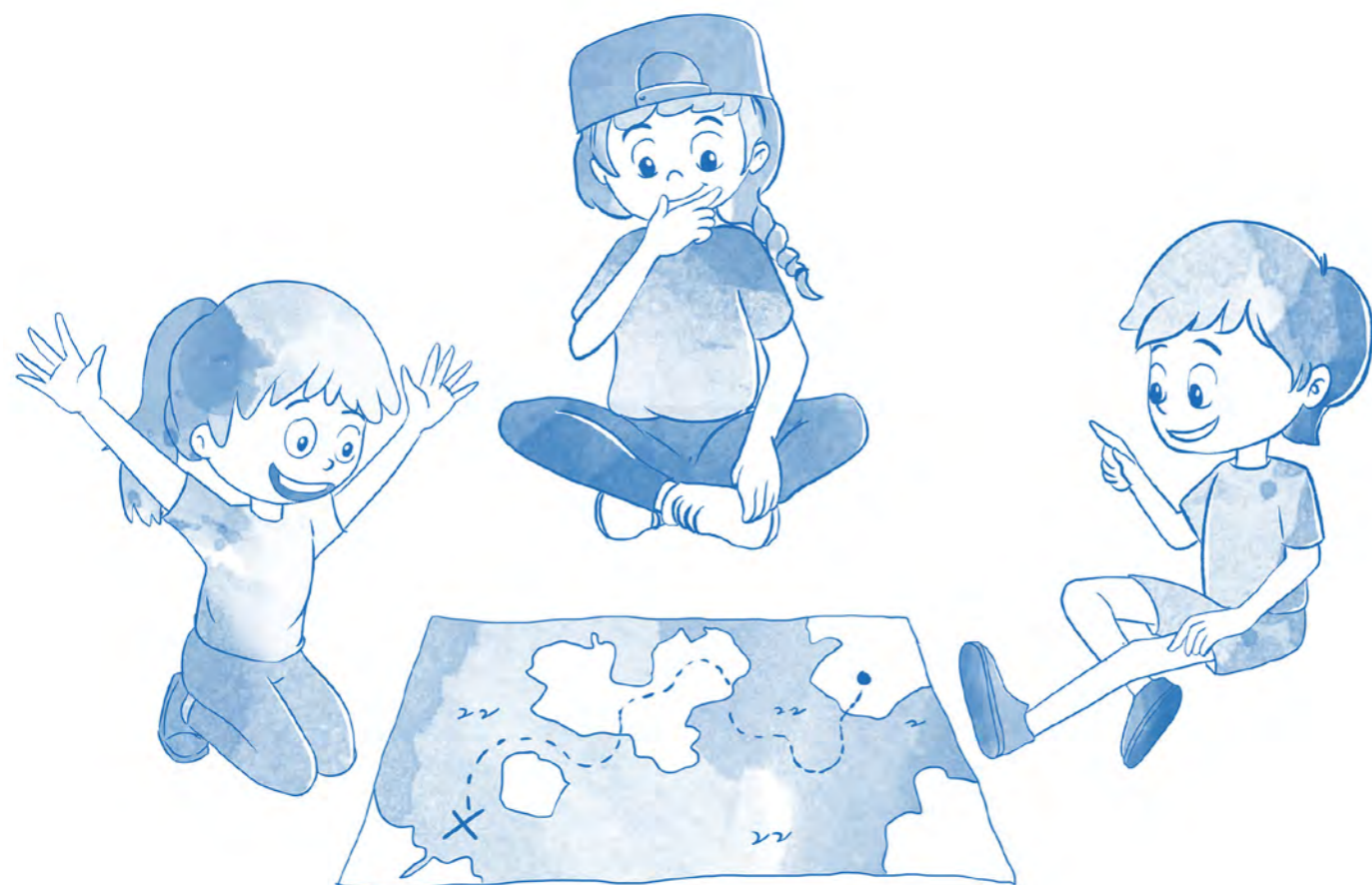
2. Conoscere il territorio da esplorare e leggere le relazioni che lo governano

Le uscite

L'obiettivo è lavorare sulla vita quotidiana e sul territorio adiacente alla scuola, sarà quindi importante effettuare con la classe delle osservazioni per la raccolta dei dati durante una o più uscite.

Le mappe

Prima dell'uscita va fatto uno studio accurato della mappa, cioè della cartina del territorio interessato dalla ricerca, per rappresentare su carta la realtà e stendere un piano d'azione esterno alla scuola.



Le mappe

Le mappe migliori sono le cartine comunali; una buona scala su cui lavorare è la 1:2.000, oppure la 1:5.000. Una volta individuata l'area di interesse, conviene farne delle fotocopie in formato A3, in modo che siano chiare, maneggevoli e facilmente riproducibili. La mappa è uno strumento che può essere utilizzato per diverse attività, come lo studio preliminare del percorso o anche la ricostruzione su carta del tragitto che gli alunni compiono per arrivare a scuola: è un modo per conoscere le abitudini quotidiane dei compagni o per rappresentare il mezzo di trasporto che ognuno utilizza (può essere preparata una grande mappa comune da appendere nell'aula, con i percorsi di tutti riportati in colori o simboli grafici diversi); si può anche creare una mappa sensoriale, suddividendo i bambini in piccoli gruppi: uno di essi avrà il compito di individuare e segnare sulla carta, con simbologie, gli odori del luogo; un secondo i rumori, un terzo le sensazioni suscitate dal luogo, un quarto i colori e un quinto le forme. Si possono naturalmente trovare altri temi d'indagine e potrebbe essere opportuno assegnare lo stesso a due gruppi diversi, così da rilevare le differenze di interpretazione. Si avranno cartine diverse dello stesso luogo, con possibilità di incrociare i dati: che rapporto c'è tra colori e sensazioni? Tra rumori e odori? Tra odori e sensazioni?

Una possibile espansione di questa attività consiste nel chiedere ai gruppi di immaginare come sarebbe stata, per esempio, la mappa degli odori del quartiere un secolo fa o di costruire la mappa degli odori di ferragosto, quella delle sensazioni di Natale e così via.

Infine è uno strumento che guida il lavoro se si decide di assegnare incarichi a gruppi in tempo extrascolastico; la mappa serve per far corrispondere a ogni squadra investigativa un preciso spazio di rilevamento.



3. Strutturare il percorso di ricerca, predisporre gli strumenti di indagine, raccogliere i dati, fare esperienze

Individuato l'oggetto di studio, occorre raccogliere gli elementi reali che costituiranno il punto di partenza concreto del lavoro e per fare questo è fondamentale possedere un metodo e utilizzare strumenti di osservazione. È importante inquadrare il percorso sia nel contesto sociale sia in quello ambientale. Suggeriamo alcuni strumenti:

- *Questionario* individuale agli alunni
- *Interviste* (a passanti, familiari, negozianti...)

È preferibile effettuare le interviste seguendo un questionario e non basandosi su domande libere: una serie di domande da rivolgere, sempre nello stesso ordine, alle persone che costituiscono il campione della ricerca. Le domande devono essere:

- chiare, precise, semplici;
- brevi e limitate nel numero per non stancare l'interlocutore;
- formulate in modo da non influenzare le risposte;
- adatte all'interlocutore, per semplicità di termini e di competenze richieste;

inoltre devono prevedere risposte alternative precise e uno spazio per "altro" in modo che l'intervistato possa aggiungere risposte

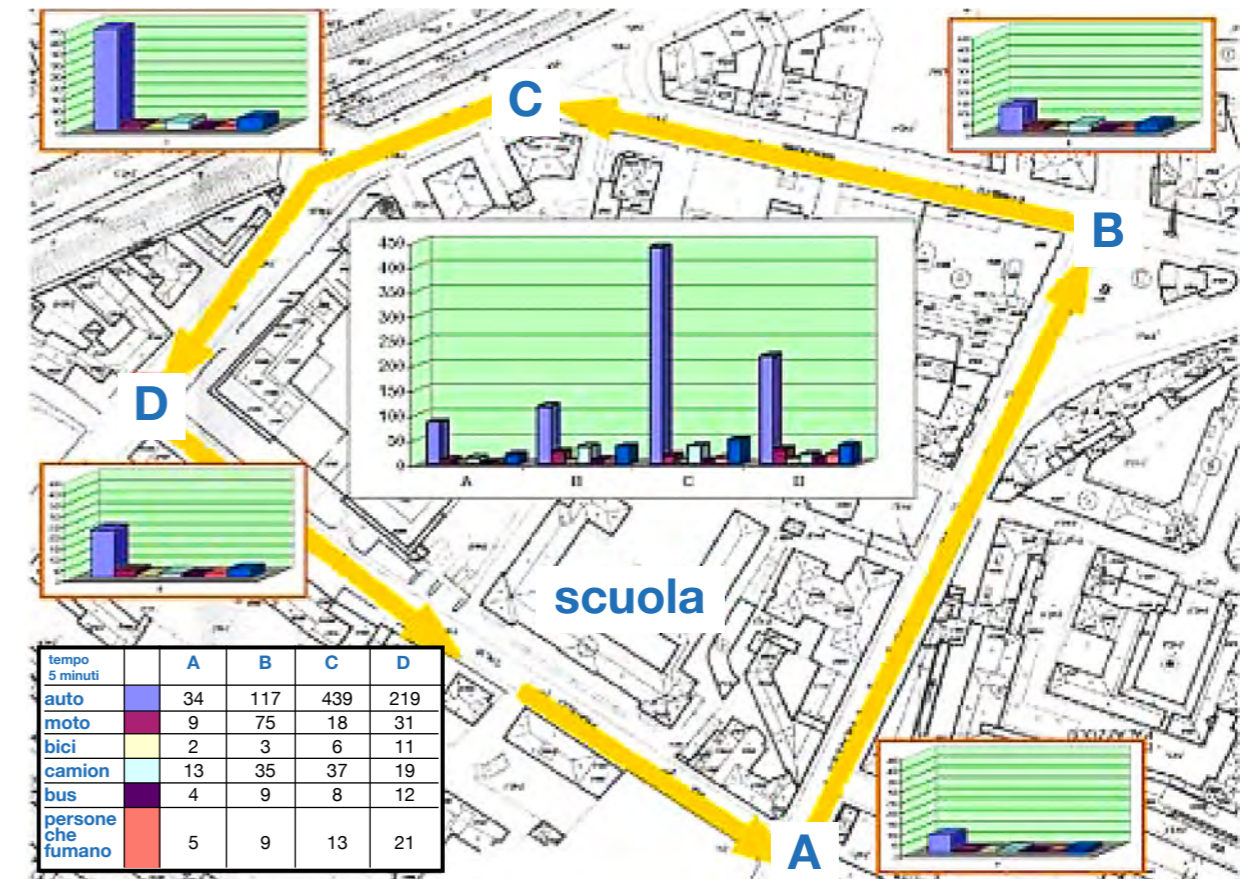
- Rilevamento sulla mappa di aree verdi o corsi d'acqua, elementi di naturalità preziosi per migliorare la qualità della vita nei centri abitati. Dove possibile si possono ricercare bioindicatori (per esempio i licheni, con l'aiuto di un esperto locale), per raccogliere indicazioni sulla qualità dell'ambiente in cui si si muove.

4. Organizzare, analizzare e interpretare i dati

Possedere tante informazioni non serve a nulla se non ne facciamo oggetto di valutazione, confronto, approfondimento e selezione. Tutti i ricercatori, nelle scienze naturali e nelle scienze umane, dopo aver raccolto dati o materiali, successivamente li studiano e li elaborano. Le fasi dell'interpretazione, dall'approfondimento e del confronto sono momenti straordinari nei quali viene dato realmente senso a tutto il percorso svolto fino ad allora e anche con bambini e ragazzi è il momento in cui tutti possono portare le proprie riflessioni, conoscenze e scoperte.

È molto importante sistemare in maniera organica il materiale fin qui raccolto, dandogli già una forma che potrà essere utilizzata in seguito per qualsiasi occasione. Il classico cartellone può essere integrato con sintesi digitali, utilizzando Power Point, Prezi, Padellet, per creare presentazioni e bacheche. Tutti questi strumenti hanno il vantaggio di obbligarci a essere sintetici e selettivi nelle informazioni che vogliamo memorizzare.

I questionari e le interviste vanno rielaborati, per non lasciare cadere il lavoro svolto; tale rielaborazione avviene in classe, in piccoli gruppi oppure in modo collettivo, compilando tabelle alla lavagna dalle quali emergeranno i dati per costruire grafici, particolarmente adatti per riassumere e presentare il lavoro svolto. Ancora più efficace è l'elaborazione di una mappa in cui si confrontano dati, come quella riportata qui di seguito.





5. Assumere decisioni

La scienza (e questo percorso possiamo assimilarlo a una “ricerca scientifica”) suggerisce delle soluzioni, ma non prende decisioni. Per risolvere i problemi occorre riportare i risultati della ricerca in una dinamica sociale, fatta di conoscenze, valori, emozioni, pregiudizi, interessi economici e sociali. Spesso è necessario anche mediare, accettando il compromesso tra la soluzione ideale e quella realmente praticabile in quel dato contesto sociale e storico. Dal momento che con la classe difficilmente è possibile prendere decisioni di interesse pubblico, si propongono situazioni di dibattito, gioco di ruolo e discussione, che riprendono le informazioni raccolte e le declinano per favorire il confronto costruttivo. L'importante è che lo scenario proposto agli studenti parta da situazioni reali, vicine a loro, come il fatto che la qualità dell'aria che respirano non è buona, che ci sono pochi alberi rispetto alla superficie invece pavimentata, che gli elementi naturali presenti nel quartiere non godono di buona salute, che il traffico è molto intenso, ecc. Al termine del percorso è importante prevedere una fase da proporre all'Amministrazione, alla scuola, ai genitori o a qualsiasi soggetto coinvolto per individuare piccoli cambiamenti che migliorino la situazione osservata.

6. Comunicare l'esperienza e i risultati

Un ultimo necessario passo perché il percorso di ricerca diventi un'azione di cittadinanza attiva è “pubblicare” i risultati delle indagini fatte: ma quale sarà la modalità migliore?

- Se i risultati sono particolarmente significativi e il tema ha coinvolto molto gli alunni, si

potrebbe preparare un comunicato stampa, un articolo o una mostra per presentare la ricerca che racconti il lavoro e i suoi esiti. L'importante è che i risultati siano validati anche da un soggetto autorevole in questo settore, che può essere lo stesso insegnante di materie scientifiche o altri esperti del territorio. Fondamentale è non diffondere notizie false e imparare il rigore scientifico: la rete abbonda di fakenews!

- Potrebbe essere anche interessante farsi promotori di una campagna di comunicazione che spieghi alle famiglie, ai compagni e ai cittadini le problematiche locali relative alla qualità dell'aria, ideando un manifesto, delle brochure o dei volantini informativi.
 - Un'altra idea può essere organizzare un'uscita rivolta alle famiglie o ai cittadini in cui gli alunni propongono ai partecipanti di riprodurre le attività svolte da loro.
 - Può anche essere realizzato un vero servizio televisivo sull'argomento trattato con una parte di informazione storica, una di attualità e alcune brevissime interviste o punti di vista a persone del luogo. Qui è molto importante la capacità di sintesi e di rappresentatività delle testimonianze e delle informazioni scelte, perché il video dovrà avere una durata massima di 90 secondi. Il video può essere caricato sui siti e social network della scuola. In un'ottica di trasmissione pubblica del video è molto importante l'attenzione alla privacy degli studenti, l'autorizzazione alla pubblicazione degli intervistati e l'utilizzo di immagini e musiche originali e non coperte da copyright.
- Insomma, i modi possono essere molti, l'importante è socializzare quanto appreso e fare in modo che divenga un patrimonio di valori e sensibilità collettivo.



Nome: _____ Cognome: _____ Classe: _____
Indirizzo: _____ quartiere di residenza: _____

IL QUARTIERE

1) Vorrei che nel mio quartiere non ci fosse:

1: _____
2: _____
perché: _____

2) Vorrei che nel mio quartiere ci fosse:

1: _____
2: _____
perché: _____

GLI SPOSTAMENTI

3) Io vado a scuola:

a piedi in automobile in autobus in bicicletta

4) E vorrei recarmi:

a piedi in automobile in autobus in bicicletta

perché: è comodo è veloce è divertente altro: _____

5) Vado alle attività del pomeriggio:

a piedi in automobile in autobus in bicicletta

6) Sono distanti da casa km _____ minuti _____

7) I miei genitori vanno al lavoro

a piedi in automobile in bicicletta in autobus in treno

LE AREE VERDI DEL MIO QUARTIERE

L'area verde che frequento di più si chiama: _____

8) Dista dalla mia scuola metri: _____ da casa metri: _____ e minuti: _____

9) L'area verde ha forma: regolare irregolare il perimetro misura n. _____ passi

10) La zona è: pubblica privata verde scolastico verde sportivo
 attrezzata con _____ non attrezzata

12) La superficie è ricoperta prevalentemente da:

prato asfalto o cemento ghiaia o terra battuta arbusti e alberi

13) Se conto gli alberi ne vedo: _____ n. alberi; di _____ tipi diversi

14) L'area è frequentata soprattutto da:

bambini ragazzi anziani sportivi altro _____

15) Se mi trovo nella zona verde posso sentire i seguenti rumori:

traffico giochi di bambini voci di persone in genere versi di animali



Rete NEC Italia e nuovi siti

ABR1 – Selva Piana (AQ) si trova ad un'altitudine di 1.500 m s.l.m., in Località Piana di Collelongo (AQ). È un bosco d'alto fusto di faggio (*Fagus sylvatica* L.), di 135 anni; clima Subatlantico (media annuale pioggia 1.300 mm, media annuale temperatura 7,5°C) e suolo acido di origine vulcanica.

CAL1 – Piano Limina (RC) si trova ad un'altitudine di 1100 m s.l.m., nella zona di Piano Limina del Comune di Giffone (RC), ai margini del Parco Nazionale dell'Aspromonte. Si tratta di un bosco d'alto fusto di faggio (*Fagus sylvatica* L.) di 135 anni. È un sito piovoso (media annuale pioggia 1.300 mm) e questo ha favorito la presenza del faggio all'estremo meridionale dell'area. La temperatura media annuale è circa 10°C, il suolo è acido e sabbioso.

EMI1 – Carrega (PR) si trova a 200 m s.l.m. all'interno del Parco Regionale dei Boschi di Carrega (Cittadella - Sala Baganza, PR). È un bosco ceduo oltretutto di querce decidue, a prevalenza di cerro (*Quercus Cerris* L.) di 70 anni. La piovosità media annuale è di circa 1.200 mm, la temperatura media annuale è di circa 12°. Il sito si trova su una pianura alluvionale e il suolo è acido.

LAZ1 – Monterufeno (VT) si trova all'interno della Riserva Regionale Naturale di Monte Rufeno, nel comune di Acquapendente (VT), all'altitudine di 690 m s.l.m. Si tratta di un bosco ceduo oltretutto a prevalenza di cerro (*Quercus cerris* L.) di 60

anni. La piovosità media annuale è di 1.000 mm, la temperatura media annuale è di 12°C, il suolo è argilloso e neutro.

PIE1 – Val Sessera (BI) si trova nel comune di Bioglio (BI), a Selletto Grosso, ad un'altitudine di 1150 m s.l.m. Si tratta di un bosco ceduo di faggio (*Fagus sylvatica*), di 85 anni, avviato all'alto fusto. La media annuale delle precipitazioni è 1.500 mm, la temperatura media annuale è di 8°C., il suolo è acido e sabbioso.

VEN1 – Pian di Cansiglio (BL) si trova ad un'altitudine di 1100 m s.l.m., a Vallone Vallor - Pian di Cansiglio, in provincia di Treviso. Si tratta di un bosco d'alto fusto di faggio (*Fagus sylvatica* L.) di 145 anni. La media annuale delle precipitazioni è di 1.900 mm, la temperatura media annuale è di circa 5°C. Il suolo è neutro e fertile.

Lago Paione Inferiore (VB) – Lago alpino d'alta quota (2.002 m s.l.m.). Bacino imbrifero prevalentemente roccioso, a base di rocce acide, e limitata presenza di suolo e vegetazione. Moderatamente sensibile all'acidificazione. Sito ICP WATERS e LTER Italia.

Lago di Mergozzo (VB) – Lago subalpino profondo (area 1.8 km²; massima profondità 70 m). Oligotrofo, con un'ottima qualità delle acque. Soggetto agli apporti atmosferici di azoto. Sito ICP WATERS.

Lago Paione Superiore (VB) Lago alpino d'alta quota (2.269 m s.l.m.). Bacino imbrifero prevalentemente roccioso, a base di rocce acide, e scarsa presenza di suolo e vegetazione. Molto sensibile all'acidificazione. Sito ICP WATERS e LTER Italia.

Torrente Cannobino (VB) – Torrente subalpino, immissario del Lago Maggiore. Bacino imbrifero di circa 110 km². Soggetto a limitato disturbo antropico diretto. Interessato da elevati apporti di azoto atmosferico. Sito ICP WATERS.

TOS2-Cala violina, Scarlino (GR)
Ceduo oltre turno di leccio con orniello, roverella, corbezzolo ed altre specie tipiche della macchia mediterranea, di 80 anni Rappresentativo dell'ambiente mediterraneo, distribuzione in regione biogeografica Mediterranea, introduce la tipologia del bosco di leccio nella rete di monitoraggio dello stato di salute delle foreste. Il sito è interessato dalla presenza di deposizioni di azoto; suolo sabbioso.

BOL1-Selva Verde, Passo del Renon (BZ)
Fustaia disetanea a prevalenza di abete rosso larice, a copertura lacunosa e struttura articolata, di 195 anni. Possibile influenza emissioni azoto in aree relativamente remote, distribuzione in regione biogeografica Alpina, sito rappresentativo di tipologia di bosco diffusa sull'arco alpino e non ancora compresa nella rete; tipico suolo acido associato ai boschi alpini di conifere.



VEN2-Bosco Fontana (MN)
Fustaia mista di latifoglie (*Quercus robur* L. e *Carpinus betulus* L.) a struttura stratificata di 135 anni. Alte deposizioni atmosferiche di azoto reattivo, bosco planiziaro rappresentativo di una tipologia diffusa a livello EU, distribuzione in regione biogeografica Continentale; suolo alluvionale calcareo.

SAR1-Marganai (SU)
Ceduo oltretutto di leccio di 135 anni. Rappresentativo dell'ambiente mediterraneo, distribuzione in regione biogeografica Mediterranea, soddisfa le richieste di EU per l'inserimento del leccio nella rete, rappresentativo di lecceta insulare caratterizzata da particolare ecologia e dinamica; presenza di deposizioni di azoto; suolo sottile su calcari, 'terra rossa'.

Lago Grande e Lago Gelato (VB)
Si trovano in Piemonte, rispettivamente nelle valli Anzasca e Agarina, laterali della principale Val d'Ossola. Sono laghi alpini poco profondi, di origine glaciale, caratterizzati da un impatto antropico molto limitato. Entrambi sono altamente sensibili all'acidificazione e agli apporti atmosferici di azoto.

Lago Dres (TO)
Si trova in Valle Orco, all'interno del Parco Nazionale del Gran Paradiso, sito della Rete LTER Italia. È un lago di origine glaciale, situato a 2.087 m s.l.m., con una profondità massima di circa 7 m. Sensibile agli apporti atmosferici di azoto.



Lago Scuro (PR)

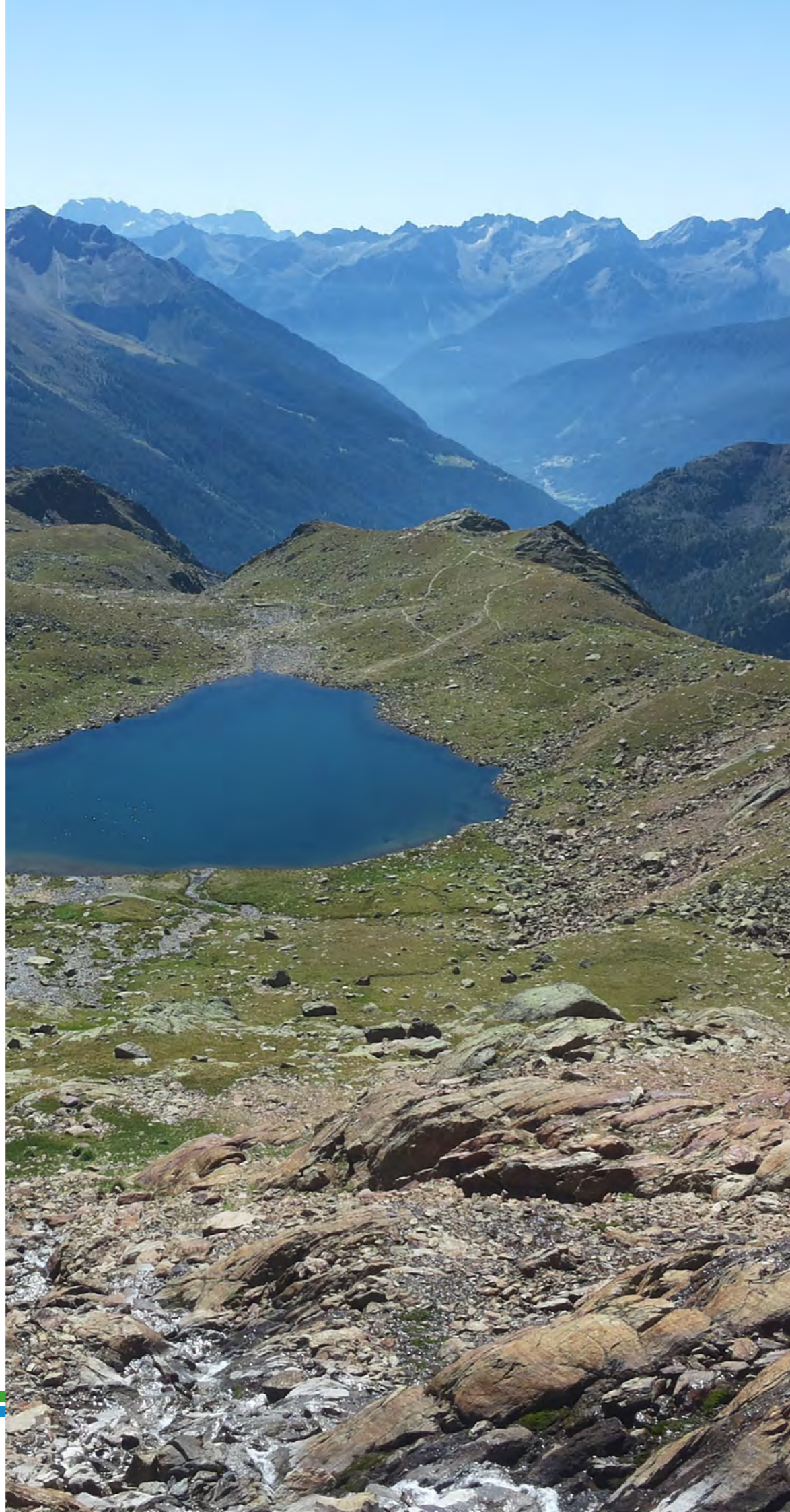
Si trova nel Parco Nazionale dell'Appennino Tosco-Emiliano e fa parte anche del Parco regionale dei Cento Laghi. È un lago di origine tettonico-glaciale, situato a 1.527 m di quota, ed ha una profondità massima di circa 9 m. Rappresentativo dell'area Appenninica. È un sito di ricerca della Rete LTER Italia.

Rio Buscagna (VB)

Torrente d'alta quota, situato in Val Divedro, in località Alpe Devero, a circa 1.600 m di quota nel territorio delle Aree protette dell'Ossola. Sensibile agli apporti atmosferici di azoto e ad episodi di acidificazione.

Lago delle Marmotte (TN)

Si trova nell'alta Val de la Mare, nel gruppo Ortles Cevedale, all'interno della porzione trentina del Parco Nazionale dello Stelvio. Il lago di origine glaciale è situato a 2.705 m di quota ed ha una profondità massima di 7 m. Rappresentativo delle Alpi orientali.



Indice delle esperienze pratiche descritte nel manuale

1.	L'aria da vedere	pag 27
2.	La composizione dell'aria non è fissa	pag 28
3.	L'aria riempie gli spazi	pag 29
4.	L'aria si espande	pag 30
5.	Il trucco del tappo	pag 32
6.	Giochiamo con la pressione	pag 33
7.	Schiacciare l'aria	pag 34
8.	La forza dell'aria	pag 35
9.	Corsa contr-aria	pag 35
10.	La pressione atmosferica si può vedere	pag 36
11.	Un foglio, un macigno	pag 37
12.	La forza del suono	pag 39
13.	Produrre ossigeno	pag 41
14.	L'aria si consuma?	pag 42



6. SITOGRAFIA

<https://lifemodernec.eu/>

<https://www.youtube.com/watch?v=6vtY0UDXE1M>

<https://blog.geografia.deascuola.it/articoli/geo-inclusiva-03-le-risorse-naturali-e-le-fonti-di-energia>

<https://www.eea.europa.eu/it/themes/air/intro>

<https://www.legambiente.it/rapporti-e-osservatori/malaria-di-citta/>

<https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2021/11/malaria-di-citta-2022.pdf>

<https://aulascienze.scuola.zanichelli.it/blog-scienze>

<https://www.isprambiente.gov.it/it/banche-dati/banche-dati-folder/aria/qualita-dellaria>

<https://www.gynzy.com/it/topic/terra-mission>

<https://www.snpambiente.it/wp-content/uploads/2019/04/Atlante-dei-macroinvertebrati.pdf>



**LIFE
MODERN
NEC**

Qualità dell'aria, la risposta degli ecosistemi

www.lifemodernec.eu

info@lifemodernec.eu

 LegambienteOnlus

 LifeModernNec

  @LifeModernNec



LIFE20 GIE/IT/000091
Realizzato con il contributo dello
strumento finanziario LIFE dell'EU

BENEFICIARIO COORDINATORE



BENEFICIARI ASSOCIATI

