ISTITUTO DI ISTRUZIONE SUPERIORE
LEONARDO DA VINCI
CIVITANOVA MARCHE

I Lincei per la Scuola
Fondazione

Il sistema climatico della Terra: dati, crisi ecologica in atto e proiezioni future.

Credit immagine:
cover «Rapporto 2021 IPCC»

Elaborato realizzato dalla classe 1^M - A.S. 2020/21
per il premio «I Lincei per il Clima 2021»

Indice

- ✓ Introduzione
- ✓ Le scienze del clima: chi si occupa di «clima» e di «meteorologia»?
- ✓ I cambiamenti del clima: gas-serra e parametri orbitali
- ✓ Come studiare la variabilità naturale del clima: i «proxy data»
- ✓ Il riscaldamento globale attuale: siamo entrati nell'«Antropocene»?
- ✓ Dalle cause alle conseguenze del «global warming»
- ✓ Grande caldo *vs* grande freddo: alcuni «falsi miti» da sfatare
- ✓ I dati disponibili a livello locale: una finestra sul mondo (e sui cambiamenti climatici)
- ✓ Proiezioni future: la linea che non dobbiamo superare
- ✓ Cosa fare? Azioni e misure per adattarci, mitigare e… resistere!

Per gli ultimi aggiornamenti e approfondimenti consultate:
https://davinciviralscience.weebly.com/i-lincei-per-il-clima-2021.html

INTRODUZIONE

Indice

Perché questo lavoro?

Nel corso dell'Anno Scolastico 2020/21 la nostra classe, su proposta dell'insegnante di Scienze naturali, ha partecipato al premio **«I Lincei per il Clima 2021»**. Questa meritoria iniziativa ha previsto una fase di approfondimento con un corso formativo seguito a on-line: dopo aver ascoltato le video-lezioni dei vari docenti (*Bruno Cari, Simona Bordoni, Elisabetta Erba, Carlo Barbante, Giuseppe Orombelli, Matteo Vacchi, Michela Maione, Filippo Giorgi, Cristina Facchini, Paolo Vineis, Marino Gatti*), abbiamo ulteriormente approfondito i temi legati al «clima» con letture di articoli scientifici, lavori di gruppo e interdisciplinari (seppur a distanza a causa delle restrizioni anti-Covid19) e analisi di alcuni dati meteorologici locali (regionali e comunali). Terminata la scuola, vista la proroga per l'invio degli elaborati finali, abbiamo avuto più tempo per cercare di sintetizzare in questo lavoro le tante informazioni apprese, lavoro che speriamo possa offrire utili spunti didattici per altri studenti e studentesse che approcceranno il tema anche con un percorso trasversale che lega tra loro discipline quali – ad esempio – Scienze naturali, Geografia, Storia, Inglese, Informatica, Educazione civica.

Una parte del nostro elaborato, con ulteriori approfondimenti, è pubblicato nel blog di Scienze naturali ***«Da Vinci Viral Science»*** curato da insegnanti e studenti dell'IIS Da Vinci: i contenuti del nostro lavoro saranno di volta in volta aggiornati vista l'imponente mole di dati che, quasi settimanalmente, ricercatori e Istituzioni scientifiche portano a conoscenza del grande pubblico e dei decisori politici. Anche noi, nel piccolo, cercheremo di mantenere alta l'attenzione sui temi legati al clima, da un lato continuando ad informarci e dall'altro adoperandoci concretamente per mitigare l'impatto sull'ambiente (cd. «impronta ecologica») delle nostre azioni quotidiane.

LE SCIENZE DEL CLIMA

Indice

Climatologia: il contributo di più scienze

Tra le più «giovani» branche delle Scienze della Terra e dell'Atmosfera, la **Climatologia** si occupa dello studio del clima del nostro Pianeta e le relazioni fra questo e i fenomeni fisici e biologici, analizzando le condizioni medie del tempo meteorologico (attraverso parametri quali temperatura, precipitazioni, umidità, pressione, copertura nuvolosa, insolazione, venti) in un periodo di tempo di almeno 30 anni.

Da queste poche righe già si comprende **la differenza tra «clima» e «tempo meteorologico»**, dato che quest'ultimo è definito dalle condizioni in cui l'atmosfera si trova in un dato istante e in certo luogo.

Con il contributo di diverse discipline (dalla fisica alla matematica, dalla geologia alla chimica, dalla statistica alla biologia) si possono studiare i lineamenti climatici del passato e, attraverso opportuni modelli climatici, si possono studiare le dinamiche del clima e ipotizzare scenari plausibili per il futuro, evidenziando eventuali possibili mutamenti.

Il clima varia da zona a zona e nel tempo per cause naturali e, negli ultimi 100/150 anni, anche per cause antropiche tanto che per alcuni studiosi siamo entrati nel cosiddetto «**Antropocene**». Studiando il passato e l'effettivo impatto dell'uomo sul sistema climatico, i ricercatori tentano di prevedere i futuri cambiamenti climatici e di suggerire ai decisori politici, attraverso canali ufficiali (come le **«COP» sul clima**), strategie di adattamento e mitigazione (cfr. **report IPCC**).

I CAMBIAMENTI DEL CLIMA

Indice

Cosa fa cambiare il clima?

I climatologi si interessano sia delle caratteristiche climatiche locali, regionali e globali, attuali e passate, sia dei fattori (naturali o antropici) che innescano i cambiamenti climatici.

Il clima terrestre è un complesso sistema interattivo formato da molteplici componenti (*in primis* atmosfera, idrosfera, biosfera, litosfera) il cui andamento nel tempo dipende da diversi fattori, alcuni dei quali vengono definiti «parametri orbitali» (come la variazione dell'eccentricità dell'orbita della Terra e la modificazione dell'inclinazione dell'asse terrestre).

Il «carburante» che alimenta la macchina climatica terrestre è il Sole: il nostro Pianeta riceve energia per irraggiamento solare, la rielabora in varie forme e la riemette nello spazio come radiazione infrarossa. Grazie all'**effetto serra naturale** una parte dell'energia riemessa viene «intrappolata» e redistribuita dai processi di circolazione atmosferica e oceanica, contribuendo – tra le altre cose – alla definizione della temperatura media del globo.

Oggi sappiamo che le variazioni di concentrazione dei gas-serra (CO_2 in primis) e le variazioni cicliche dei parametri orbitali (che modificano la quantità energia solare ricevuta alle varie latitudini) hanno influenze sul clima, generando i cambiamenti che sono avvenuti nel passato (ere «glaciali» e periodi «interglaciali»). Tali perturbazioni possono essere poi amplificate o attenuate da processi di «reatroazione».

COME STUDIARE LA VARIABILITÀ NATURALE DEL CLIMA

Indice

Rocce, ghiacci, isotopi: alla ricerca dei «proxy data»

La Terra, nel passato, ha visto il clima cambiare molte volte: si pensi che circa 650 milioni di anni fa la superficie terrestre era interamente ricoperta di ghiaccio in quella che viene ribattezzata **«era della Terra a palla di neve»**.

Per capire come i gas-serra e altri fattori abbiano influenzato in passato la temperatura globale, il livello dei mari e le aree ricoperte dai ghiacci, causando epoche più calde o più fredde, i climatologi sfruttano i cosiddetti «***proxy data»*** (dati indiretti, o vicarianti) provenienti da ghiacciai, rocce, protozoi, coralli e piante: questi dati si riferiscono a luoghi e a periodi storici differenti e non sono tutti attendibili allo stesso modo, ma forniscono indizi importanti su ciò che è accaduto al clima della Terra (Paleoclimatologia). Ad esempio:

→ alcuni dei *proxy data* più utili provengono **dalla profondità dei ghiacciai e dalle calotte polari** (soprattutto in Antartide e in Groenlandia): nel ghiaccio sono conservati campioni di aria – con granelli di polvere e frammenti vegetali - risalenti fino a circa 900.000 anni fa, dai quali è possibile conoscere l'abbondanza dei gas-serra e stimare umidità e vegetazione prevalente nelle varie epoche. Le molecole di acqua ghiacciata, e in particolare gli atomi di ossigeno, possono fornire utili indicazioni sui periodi caldi/freddi in base – rispettivamente – alla presenza di un **isotopo** pesante o leggero.

→ altri dati indiretti provengono da **Coccolitoforidi** e **Foraminiferi**, protozoi marini dotati di guscio di carbonato di calcio: proprio come succede per il ghiaccio antico, nei gusci l'ossigeno e il carbonio hanno peso diverso in base al tipo di isotopo che, più abbondante in quel periodo, è stato utilizzato. Da questi isotopi si può dedurre tasso di CO2 atmosferica e temperatura media dei mari risalendo fino a decine di milioni di anni fa!

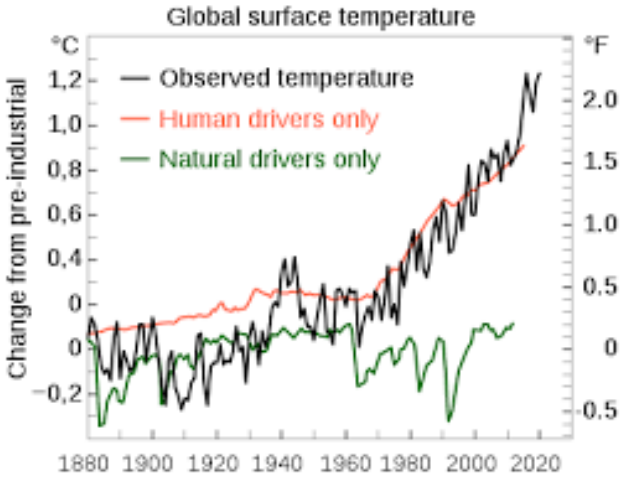
IL RISCALDAMENTO GLOBALE ATTUALE

Indice

Sono le attività antropiche le principali «indiziate»?

Secondo alcuni scienziati da quando l'uomo ha iniziato a modificare in maniera massiva l'ambiente, disboscando estese aree per finalità agro-zootecniche e urbanizzandone altre per accogliere sempre più persone, sta avendo un ruolo decisivo nel rapido ed «anomalo» riscaldamento del Pianeta (il cosiddetto «global warming»), tanto da aver coniato una nuova era geologica con il termine di «Antropocene» il cui inizio – secondo alcuni ricercatori – può essere fatto coincidere con la prima rivoluzione industriale.
Se è vero che i gas-serra hanno un effetto sul riscaldamento del Pianeta e se si analizzano i grafici relativi ai dati sulle emissioni di questi gas (in particolare del diossido della CO_2) e alla temperatura media del globo, è evidente come negli ultimi 100-150 anni circa ci sia stato un notevole incremento in particolare nei livelli di CO_2. Oggi siamo arrivati a 413 p.p.m. (28 settembre 2021)!

Questo aumento non è stato provocato da cause naturali (eruzioni vulcaniche, incendi o altro), come si evince dagli studi della comunità scientifica.
Il contributo sostanziale, dunque, arriva dalle attività antropiche più impattanti sul clima (come il massiccio uso dei combustibili fossili, estese deforestazioni, agricoltura e allevamento intensivo) che, in quest'ultimo secolo o poco più, hanno contribuito ad una buona parte dell'incremento dei gas-serra registrato in atmosfera.



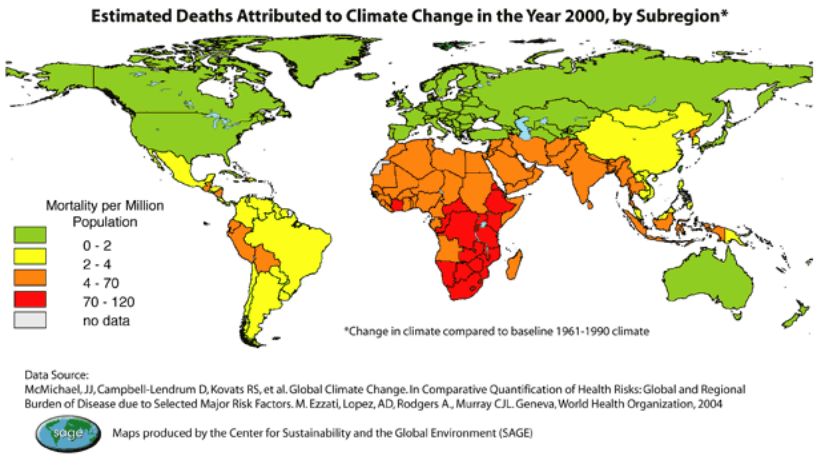
DALLE CAUSE ALLE CONSEGUENZE DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

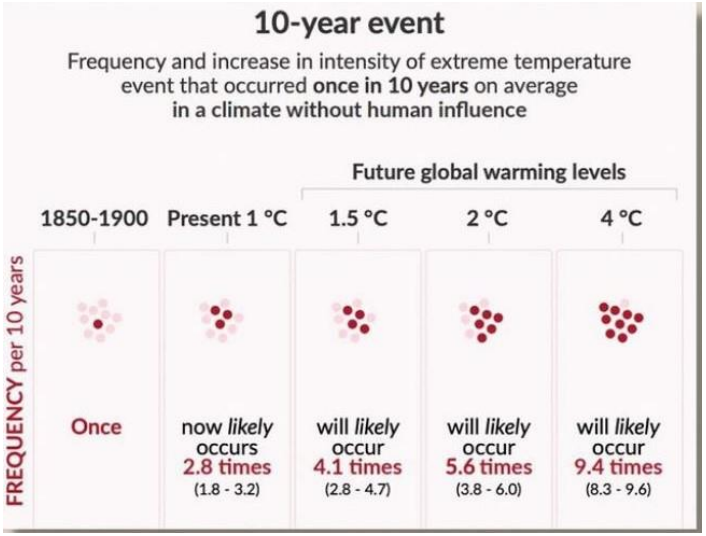
Indice

Conseguenze del «global warming»

I cambiamenti climatici interessano, oramai da diversi anni, tutte le regioni del mondo senza alcuna eccezione: tra le principali conseguenze del riscaldamento globale vi è lo scioglimento dei ghiacciai, l'aumento del livello dei mari, una sempre maggiore frequenza nell'occorrenza dei cosiddetti «eventi meteorologici estremi» (come ondate di calore e siccità senza precedenti, nevicate fuori stagione, violenti nubifragi con alluvioni improvvise), la riduzione di habitat e la perdita di biodiversità, l'incremento di malattie infettive (zoonosi), l'accentuarsi del fenomeno dei «migranti del clima», danni sempre più gravi nei vari settori socio-economici (a partire dal settore primario) e riduzione generale dello stato di «benessere».

Questa situazione non fa prospettare nulla di buono in particolare per il futuro della nostra e delle future generazioni.





GRANDE CALDO *VS* GRANDE FREDDO

Indice

Ovvero: i ripetuti eventi estremi di questi ultimi anni sono in qualche modo correlati ai «cambiamenti climatici»?

I singoli eventi, analizzati localmente, non sono utili per fornire una risposta. E' invece la statistica a venirci in aiuto: se alcuni fenomeni si ripresentano, in quelle determinate aree geografiche, con frequenze sempre maggiori rispetto ai valori medi allora possiamo affermare che è in atto una tendenza verso un cambiamento climatico.
In questo video il prof. Giorgi risponde in modo efficace a questa e ad altre domande.

→ Falsi miti e bufale sul clima

Per contribuire a fare chiarezza su questi ed altri aspetti, abbiamo raccolto in un sintetico documento pubblicato nel nostro blog alcune delle «fake-news» sul clima che ogni anno tornano alla ribalta grazie alla compiacenza di (pseudo)giornalisti e singoli mistificatori di professione.
Molto utili anche i documenti realizzati dai divulgatori scientifici Luca Perri e Serena Giacomin: qui trovate il primo video della serie.

I DATI DISPONIBILI A LIVELLO LOCALE (REGIONE MARCHE)

Indice

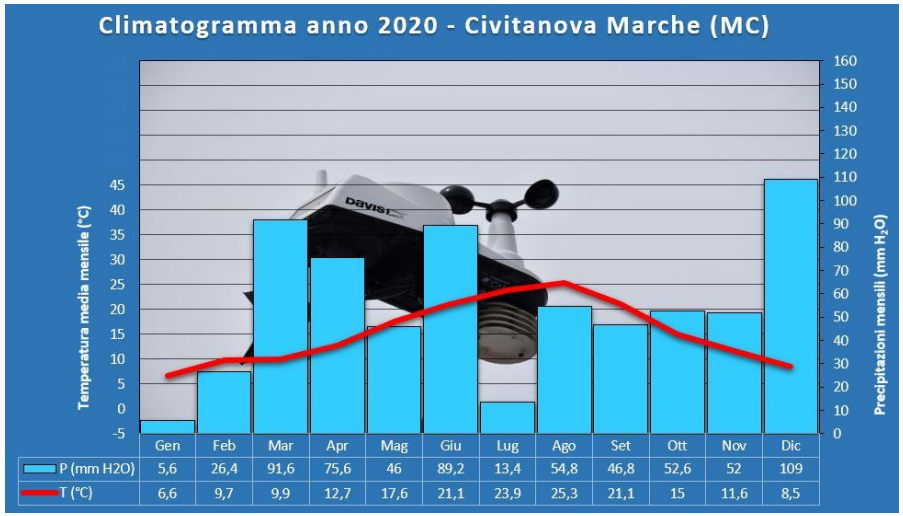
A livello locale si nota «qualcosa di strano»?

Non è stato così semplice ma abbiamo analizzato sia i dati meteo-climatici a disposizione per la nostra regione (come alcuni dei principali report pubblicati dalla Regione Marche e da altre istituzioni e centri di ricerca, in particolare per il cinquantennio 1950-2000 e per il ventennio 2000-2020), sia quelli – molto più recenti – registrati dalla nostra stazione meteorologica attivata nel 2017.

Inoltre, abbiamo preso in considerazione anche la statistica relativa ad alcuni eventi meteorologici estremi accaduti dal 1950 ad oggi sul territorio regionale.

Quello che emerge, in sostanza, è che:

- c'è un trend consolidato, a livello regionale, che evidenzia una riduzione delle precipitazioni medie annuali (all'incirca del -10%) e un aumento della temperatura media annuale (intorno a 1.2-1.5°C);
- è stato registrato un incremento nell'occorrenza di alcuni eventi meteorologici estremi (come gli episodi legati alle ondate di calore e ai periodi siccitosi, la cui magnitudo e durata è in aumento dal 2000 ad oggi).



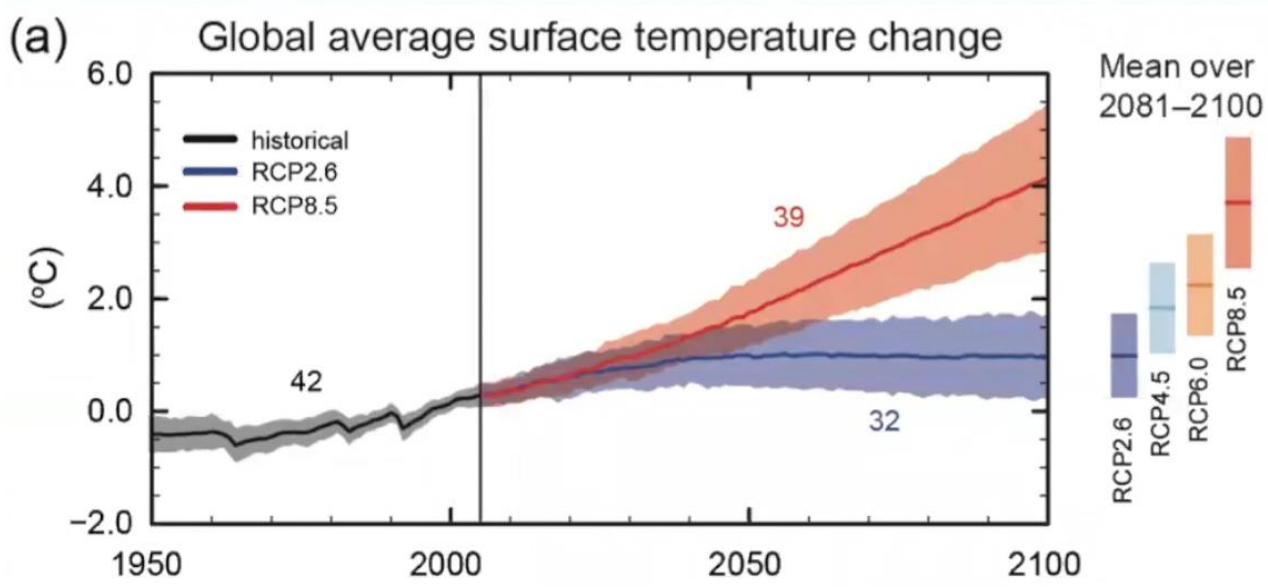
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
P (mm H2O)	5,6	26,4	91,6	75,6	46	89,2	13,4	54,8	46,8	52,6	52	109
T (°C)	6,6	9,7	9,9	12,7	17,6	21,1	23,9	25,3	21,1	15	11,6	8,5

PROIEZIONI FUTURE

Indice

Modelli matematici: scenari possibili

E' proprio grazie allo sforzo dei climatologi e delle loro ricerche sullo studio e sull'evoluzione del clima del passato (come raccontato in questa esaustiva conferenza del prof. Barbante) che si possono studiare, con l'aiuto di modelli matematici che tengono conto di molteplici variabili, gli scenari futuri.
Pur essendo a tutt'oggi impossibile riprodurre in maniera realistica tutta la complessità del sistema-clima, i modelli climatici – opportunamente testati e validati – possono approssimare in modo accettabile alcuni scenari che prevedono un aumento della temperatura media annuale su scala globale fino a 4-5°C nelle ipotesi più pessimistiche («businnes as usual»).

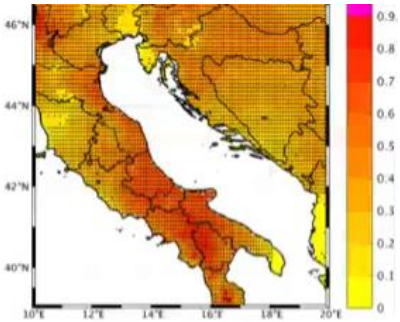


(IPCC, 2013)

PROIEZIONI FUTURE

Indice

Gli scenari per l'Italia (…e per le Marche)



Temperature:

- Clima progressivamente più arido semestre caldo (fino a + 4 °C)
- Variazioni estreme di temperature
- Forte incremento del pericolo incendi
- Forte incremento del numero di ondate di calore

Precipitazioni:

- Decremento delle precipitazioni estive e primaverili.
- Aumento dei nubifragi violenti (bombe d'acqua).
- Accelerazione del ciclo idrologico (allungamento dei periodi secchi e precipitazioni più intense)

https://www.cmcc.it/it/scenari-climatici-per-litalia

COSA FARE?

Indice

La domanda che molti (noi compresi, visto che la crisi riguarda il nostro futuro) si sono posti: è ancora possibile fare qualcosa?

Sì, ma come ci dice oramai da anni la comunità scientifica… bisogna fare presto!
Amplificate dal movimento nato di recente sulla scia della «protesta mediatico-scientifica» di Greta Thunberg, le voci dei climatologi invitano i decisori politici a compiere scelte difficili ma inevitabili, sia per ridurre il nostro impatto sul clima, ma anche per adattarci ai mutamenti in atto e per mitigarne gli effetti più violenti su ambiente, infrastrutture, comunità.
Ecco alcune delle misure suggerite da tempo, da applicare in modo coordinato su scala mondiale, cercando di «gestire l'inevitabile (adattamento) ed evitare l'ingestibile» (mitigazione):

- ridurre le emissioni di gas-serra fino a stabilizzarle al di sotto di una «soglia di pericolo»;
- rafforzare i sistemi naturali di stoccaggio della CO2 (oceani, foreste);
- decarbonizzazione, elettrificazione, efficientamento del sistema energetico;
- riduzione degli sprechi alimentari e degli allevamenti intensivi;
- economia circolare e a «Km 0»;
- città «resilienti» (reti fognarie, aree di esondazione, eocosistemi filtro…);
- investire risorse per attività sostenibili;
- massicce campagne di riforestazione.

Memo

- Cosa intendiamo per **adattamento**:
→ *strategie messe in atto per **adeguarsi agli effetti** dei cambiamenti climatici*

- Cosa intendiamo per **mitigazione**:
→ *ogni intervento per **ridurre le emissioni antropiche** di gas serra*

COSA FARE?

Indice

E' però altrettanto importante ciò che ognuno di noi, nel piccolo, può fare sia nelle azioni quotidiane (fare la spesa, spostarsi per andare a lavoro o a scuola), sia in quelle più articolate (come ristrutturare la propria abitazione, partecipare a campagne di piantumazione e rimboschimento, ecc.).
La nostra classe, in particolare, inizierà nell'A.S. 2021/22 a predisporre (grazie al coinvolgimento di alcuni esperti esterni) un piano per rendere la nostra scuola «a emissioni zero»:
- a livello strutturale, in primis valutando materiali ed efficienza energetica (coibentazione e isolamento), poi studiando gli interventi di rifunzionalizzazione da eseguire (pannelli fotovoltaici; recupero acque bianche; ecc.);
- a livello organizzativo, in modo da realizzare un percorso ciclo-pedonale che colleghi il nostro polo scolastico (siamo oltre 2.000 tra studenti e personale) con i principali centri di interesse (stazione ferroviaria, terminal dei bus, centro cittadino, tracciati delle piste ciclo-pedonali già esistenti), così da favorire la cosiddetta «mobilità dolce».

Infine, continueremo ad informarci e a divulgare le conoscenze in ambito climatologico e l'importanza di raggiungere gli obiettivi contenuti nell'Agenda 2030 dell'ONU (e, nello specifico, quelli sul clima): perché non abbiamo un «Pianeta B» che possa ospitarci.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA CONSULTATA

- ✓ **Amendola S. & Pasini A., 2019 – I record di caldo e di freddo mostrano una deriva climatica. *Le Scienze (blog)*, 18 maggio 2019**
- ✓ **Climate Central, 2013 – Le stranezze del clima. Zanichelli Editore, pp. 184**
- ✓ **Dickie G., 2021 – Artico bollente. *Le Scienze*, 636: 52-61**
- ✓ **Giacomin S. & Perri L., 2020 – Pinguini all'equatore. De Agostini editore, pp. 191**
- ✓ **Mercalli L., 2018 – Non c'è più tempo. *Einaudi*, pp. 262**
- ✓ **Pasini A., 2021 – Un caldo da morire. *Le Scienze*, 636: 18-19**

- ✓ **Corso *«I Lincei per il Clima 2021»* – *https://www.linceiscuola.it/lincei-clima/***
- ✓ **Lezioni lincee sulla Scienza. Cambiamenti climatici - *https://www.lincei.it/it/manifestazioni/lezioni-lincee-sulla-scienza-cambiamenti-climatici***
- ✓ **IPCC Focal Point Italia – *https://ipccitalia.cmcc.it/***
- ✓ **WMO (organizzazione meteorologica mondiale) – *https://public.wmo.int/en***
- ✓ **NOAA (agenzia americana per l'oceanografia e l'atmosfera) – *https://www.noaa.gov/***
- ✓ **Climate Network – *https://climatenetwork.org/***
- ✓ **Rivista «*Le Scienze*» (articoli sul clima) – *https://www.lescienze.it/argomento/clima/***
- ✓ ***INGV Ambiente* - https://ingvambiente.com/tag/cambiamenti-climatici/**

IL TEAM

Classe 1^M A.S. 2020/21

Alunni/e che hanno seguito l'intero corso e partecipato attivamente alla stesura dell'elaborato

BECCACCIA LORENZO, BELLETTI CECILIA, BENEDETTI NICOLO', BERDINI GIANMARCO, BUFALINI NICOLO' PEPE, CAMPETELLA ALICE, CAPPONI MATTEO, CARDINALI SEBASTIANO, CARTECHINI TEO, DI NARDO GLORIA, EVANGELISTA ALESSANDRO, FILIPPI FLAVIO, GABELLIERI MATTEO, GARBUGLIA JACOPO, GIRONACCI RICCARDO, ILLUMINATI SARA, KONATE KAYAHI WILFRIED EVRA, MARMOLINO MATTEO, MILITE CRISTINA, MOBILI SIMONE, PANTANETTI RICCARDO, RICCIUTI ALESSANDRO, SABATINI MARCO, SANTINI EDOARDO, SBARBATI ELISABETTA, TIBURZI GIORGIA, TOOR JAGVEERSINGH, VIVES MATTIA

Coordinamento a cura del prof. David Fiacchini
Dipartimento di Scienze naturali IIS «Da Vinci»

https://davinciviralscience.weebly.com/i-lincei-per-il-clima-2021.html

RINGRAZIAMENTI

Fondazione «I Lincei per la Scuola» (staff di segreteria e relatori corso «I Lincei per il Clima 2021»)

Dr.ssa F.M.T. Valentina Cannizzaro - Dirigente Scolastica IIS «Da Vinci»

Ricercatori, attivisti, giornalisti scientifici, cittadini comuni e politici che ad ogni livello, ogni giorno, si battono per un «futuro climatico sostenibile»