

# LESSICO e NUVOLE

le parole del  
cambiamento  
climatico



...PRIMA CHE  
SIA TROPPO TARDI!

a cura di  
Gianni Latini  
Tommaso Orusa  
Marco Bagliani



Università  
degli Studi  
di Torino

# *e* LESSICO NUVOLE:

*le parole del  
cambiamento  
climatico*

*a cura di  
Gianni Latini  
Tommaso Orusa  
Marco Bagliani*



**Università  
degli Studi  
di Torino**



**agorà scienza**



**UniToGO**  
UNIVERSITÀ DI TORINO  
GREEN OFFICE

**Lessico e Nuvole:**

***le parole del cambiamento climatico***

a cura di Gianni Latini, Tommaso Orusa e Marco Bagliani

Prima edizione, ottobre 2019

Agorà Scienza: Sezione Valorizzazione della Ricerca e Public Engagement  
della Direzione Ricerca e Terza Missione - Università degli Studi di Torino  
[www.agorascienza.it](http://www.agorascienza.it)  
[publicengagement@unito.it](mailto:publicengagement@unito.it)

UniToGO: UniTo Green Office - Università degli Studi di Torino  
[www.green.office.it](http://www.green.office.it)  
[unito-go-clima@unito.it](mailto:unito-go-clima@unito.it)

Progetto grafico: Dunja Lavecchia  
Fotografia in copertina: pexels.com

ISBN: 9788875901448



Quest'opera è distribuita con Licenza Creative Commons  
Attribuzione: - Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale.



Chi parla lingue diverse  
pensa in modo diverso [...]  
Questo vi dà l'opportunità di  
chiedervi: "Perché penso in  
questo modo?" Come potrei  
pensare diversamente?"  
E ancora: "Quali pensieri  
desidero creare?"



Lera Boroditsky

Scienziata cognitiva. TEDWomen 2017



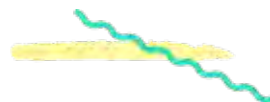
## Sommario

9	Prefazione
11	Curatori e autori
13	Ringraziamenti
15	Introduzione
24	Come usare questo testo
26	Percorsi di lettura
28	<i>Lessico e nuvole: Le parole del cambiamento climatico</i>
163	Bibliografia generale
166	Sitografia generale
167	Indice Analitico



# Prefazione

---



I cambiamenti climatici sono ormai evidenti a tutti noi. Il riscaldamento globale influenza sempre più profondamente gli equilibri naturali e il modo di vivere, produrre e consumare delle società umane. Una vera e propria rivoluzione planetaria di tutti i fenomeni connessi al clima e, di conseguenza, di molti aspetti della nostra vita; una rivoluzione che sta interessando profondamente anche i modelli di rappresentazione di questi fenomeni e il linguaggio utilizzato per descriverli. Un nuovo assetto che va affrontato con strumenti adatti ed aggiornati.

L'idea di definire un lessico rinnovato sui cambiamenti climatici si integra in questo quadro generale e, concretamente, è nata dall'esigenza condivisa tra l'Università degli Studi di Torino e la Città di Torino di offrire un contributo al dibattito pubblico sul tema, in vista di un'importante serie di eventi sviluppati dal mese di ottobre 2019.

A partire da questa necessità, su proposta e bozza progettuale del primo curatore, è stata definita la prima versione di questo lessico che ospita una selezione iniziale di voci stilata in stretta collaborazione con gli autori dei contributi.

Questa prima edizione costituisce un punto di partenza per future versioni più ampie e non ha pretesa di completezza né per quanto riguarda gli argomenti presentati collegati ai cambiamenti climatici, né tantomeno di esaustività, data la vastità e complessità dei temi trattati.

*Lessico e nuvole: le parole del cambiamento climatico* è un'opera open access che raccoglie i contributi di molti autori: docenti e ricercatori dell'Università di Torino con alcune importanti partecipazioni dal Politecnico di Torino e dal Centro Nazionale delle Ricerche.

Come curatori, ci siamo dedicati con attenzione alla revisione delle definizioni, alla redistribuzione dei contenuti associati, alla ricerca delle citazioni e alla creazione dei percorsi di lettura.

Ogni refuso e imperfezione della forma sotto la quale sono presentati i contenuti sono solo di nostra responsabilità: essi saranno lo stimolo per aggiornare l'opera rendendola migliore.

Gianni Latini  
Tommaso Orusa  
Marco Bagliani





## Curatori e autori

---

Questo Lessico è frutto dell'impegno e della condivisione delle competenze di numerosi studiosi.

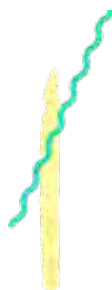
I curatori, Gianni Latini (Agorà Scienza), Tommaso Orusa (UniTo Green Office Cambiamenti Climatici) e Marco Bagliani (responsabile UniTo Green Office Cambiamenti Climatici) hanno coordinato l'ideazione, la progettazione e la realizzazione del lessico, mettendo a sistema idee e contributi dei vari autori.

In particolare hanno partecipato alla stesura delle voci:

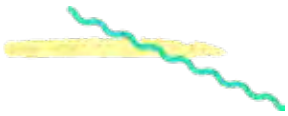
Osman Arrobbio (Unito, Dip. Culture, Politiche e Società); Marco Bagliani (Unito, Dip. Economia e Statistica "Cognetti de Martiis"); Alice Baronetti (Unito, Dip. Scienze della Terra); Alberto Bertello (Unito, Dip. di Management); Enrico Borgogno Mondino (Unito, Dip. di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari); Maria Cristina Caimotto (Unito, Dip. di Culture, Politica e Società); Claudio Cassardo (Unito, Dip. Fisica); Laura Corazza (Unito, Dip. Management); Massimiliano Demata (Unito, Dip. Culture, Politiche e Società); Rosalia Stella Evola (Unito, Dip. Chimica); Daniela Fargione (Unito, Dip. Studi Umanistici); Simona Fratianni (Unito, Dip. Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio); Gianni Latini (Agorà Scienza); Marco Minella (Unito, Dip. di Chimica); Tommaso Orusa (Unito, Green Office); Dario Padovan (Unito, Dip. Culture, Politica e Società); Elisa Palazzi (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima); Alessandro Pezzoli (Politecnico di Torino, Dip. Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio); Carlotta Quagliolo (Politecnico di Torino, Dip. Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio); Andrea Tartaglino (Unito, Direzione Edilizia, Logistica e Sostenibilità); Enrica Vesce (Unito, Dip. Management).

**Agorà Scienza** è la Sezione Valorizzazione della Ricerca e Public Engagement dell'Università di Torino dedicata alla progettazione e alla promozione di iniziative di condivisione dei risultati della ricerca con la società ([agorascienza.it](http://agorascienza.it)). FRIdA è lo spazio virtuale che l'Università di Torino ha scelto per valorizzare, condividere e promuovere la partecipazione sui temi della ricerca ([frida.unito.it](http://frida.unito.it)).

**UniTO Green Office** è la struttura di coordinamento e progetto sulle politiche di sostenibilità ambientale dell'Università di Torino, incardinata nella Direzione Edilizia, Logistica e Sostenibilità e coordinata dal Vice Rettore vicario per la sostenibilità. Ha l'obiettivo, formalizzato nel "Piano di Azione per la sostenibilità ambientale di Ateneo 2018-2020" di ridurre l'impatto ambientale dell'Ateneo. Opera attraverso Gruppi di Lavoro tematici e Coordinamenti trasversali, costituiti da personale di ricerca e amministrativo e da studenti ([green.office.it](http://green.office.it)).







## Ringraziamenti

---

Oltre ai curatori e agli autori, hanno lavorato con entusiasmo molte persone alle quali va il nostro più sentito riconoscimento e che vogliamo qui di seguito citare e ringraziare per il loro prezioso contributo.

Per l'Ateneo, al fine di definire il progetto e renderlo operativo hanno collaborato:

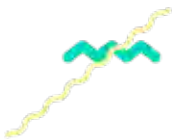
Andrea De Bortoli, responsabile della Sezione Valorizzazione della Ricerca e Public Engagement (Agorà Scienza) della Direzione Ricerca e Terza Missione;

il professor Egidio Dansero, coordinatore dell'Ufficio Green Office, e i proff. Marco Bagliani, Claudio Cassardo e Dario Padovan, referenti del Coordinamento Cambiamenti Climatici.

Per la Città di Torino, ha collaborato alla definizione del progetto e alle importanti azioni di comunicazione e di diffusione sul territorio l'Assessorato all'istruzione ed edilizia scolastica, per il quale ringraziamo sentitamente l'Assessora, dott.ssa Antonietta Di Martino, e la dott.ssa Anna Maria Venera.

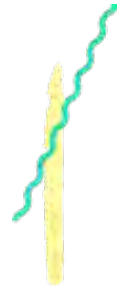
Si ringrazia il gruppo di lavoro di Agorà Scienza per il contributo alla progettazione e alla realizzazione del Lessico: Gabriela Cavaglià, Mariella Flores, Giulia Alice Fornaro, Giovanni Gallo, Dunja Lavecchia. A quest'ultima va un ringraziamento particolare per l'ideazione della veste grafica e la composizione del testo nella sua forma finale.

Un ringraziamento doveroso va a Micol Maggiolini, Nadia Tecco e Antonio Vita dell'Ufficio Green Office per il supporto alla comunicazione e diffusione del progetto.



Per la pubblicazione in open access un sentito grazie a Elena Giglia.





# Introduzione

---

*A cura di Marco Bagliani, Maria Cristina Caimotto, Gianni Latini, Tommaso Orusa*

I cambiamenti climatici sono ormai diventati evidenti a tutti noi: ondate di calore e alluvioni più frequenti, ghiacciai e calotte polari che fondono e si ritirano, montagne che franano per la degradazione del permafrost. Il riscaldamento globale influenza sempre più profondamente gli equilibri naturali e il modo di vivere, produrre e consumare delle nostre società umane. In un'epoca di grande diffusione mediatica anche i cambiamenti climatici sono ormai diventati oggetto di attenzione da parte dei mass media. La cronaca ci aggiorna sui cambiamenti delle condizioni climatiche dei nostri territori ma anche delle regioni lontane, riporta gli impatti socio-politici e gli effetti economico-finanziari su scala globale che tali cambiamenti concorrono a causare. Le stesse modalità e le tendenze mediatiche vengono interessate e modificate: il linguaggio evolve e si adatta per accompagnare il processo di studio del fenomeno e la sua rappresentazione collettiva.

Per contribuire a costruire un'informazione autorevole sul funzionamento del sistema climatico e uno sguardo approfondito e critico sugli impatti generati e sulle politiche passate e future, l'Università di Torino si è attivata su più fronti, attraverso il lavoro coordinato del gruppo Cambiamenti Climatici dell'Unito Green Office e di Agorà Scienza, dando vita al presente Lessico, cui seguirà un ciclo di 8 incontri aperti ai cittadini, di presentazione del cambiamento climatico da parte degli esperti universitari, accompagnati da ulteriori attività finalizzate ad azioni di mitigazione e adattamento dell'ateneo di Torino.

La proposta di un Lessico è particolarmente interessante e utile perché si pone all'incrocio tra lo studio del cambiamento climatico e l'analisi critica delle rappresentazioni dello stesso. Per meglio comprendere cosa siano i cambiamenti climatici, quanto siano gravi e come sia importante rappresentarli correttamente anche da un punto di vista linguistico, vengono qui di seguito proposti due contributi.

Il primo introduce il fenomeno, ne fotografa la complessità generale e gli impatti presenti e futuri, analizzando brevemente la situazione delle politiche messe fino ad ora in atto, da cui emerge l'urgenza assoluta di affrontare la situazione; il secondo è una riflessione su come l'uso del linguaggio può modificare la percezione del fenomeno stesso e di come essa sia soggetta alla scelta delle

parole.

Un'ultima parte è dedicata, infine, ad una presentazione più dettagliata del presente lessico.

### **Cosa sono i cambiamenti climatici e perché occuparsene?**

I cambiamenti climatici rappresentano una variazione del clima causata da alcune alterazioni della composizione chimica dell'atmosfera terrestre e da variazioni dell'utilizzo del suolo. Si tratta di un tema che ha riscosso a livello mondiale l'attenzione di molti organismi sia scientifici che politici, ma che viene ancora oggi spesso percepito come un fenomeno su cui la conoscenza scientifica è incerta, quando non viene addirittura apertamente negato per interessi politici o economici.

Nella realtà, come confermato da innumerevoli pubblicazioni sulle più prestigiose riviste scientifiche a livello mondiale, gli scienziati concordano non solo nell'affermare che il cambiamento climatico è inequivocabile, ma anche nell'individuare gli esseri umani come causa principale di questo riscaldamento globale oggi in atto (Hartmann et al., 2013; Bindoff et al., 2013). L'emissione antropica di gas ad effetto serra e di aerosol nell'atmosfera e il cambio d'uso del suolo rappresentano i principali *driver* del cambiamento climatico cui stiamo assistendo.

Tra le conseguenze che questo cambiamento del sistema climatico comporta ricordiamo il riscaldamento terrestre, la fusione dei ghiacciai montani e delle calotte glaciali, l'acidificazione degli oceani, l'innalzamento del livello dei mari, l'erosione della biodiversità, il cambiamento nella distribuzione spaziale e temporale delle precipitazioni, la diminuzione delle precipitazioni nevose, le significative variazioni della produttività agricola. (Fifth Report IPCC: AR5 Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability; Walthers et al., 2002; Wolf et al. 2017, Wolff et al. 2017).

Oltre a questi impatti che coinvolgono il nostro pianeta alla scala globale, bisogna menzionare per la loro pericolosità, l'aumento delle probabilità che si verifichino a scala locale eventi meteorologici estremi, ondate di calore, siccità, precipitazioni intense con relative inondazioni.

Il cambiamento climatico è quindi già una realtà dei giorni nostri e non farà che accentuarsi in futuro. Come già segnalato dall'ultimo rapporto dell'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) e sottolineato rispettivamente dai rapporti speciali *Climate Change and Land* e *Ocean and Cryosphere in a Changing Climate* usciti nel 2019, anche se le emissioni di gas serra fossero stabilizzate oggi si osserverebbe comunque nei prossimi decenni un aumento della temperatura media globale, con i conseguenti impatti associati.

Partendo da queste considerazioni, si può ben comprendere come i cambiamenti climatici siano un fenomeno che non deve assolutamente essere sottovalutato, poiché le società umane vivono e dipendono dalle risorse del Pianeta e dai delicati equilibri climatici sempre più compromessi.

La prima opzione per combattere il riscaldamento globale è rivolta alle politiche di mitigazione, che puntano a ridurre e, possibilmente, eliminare le cause del cambiamento climatico, diminuendo il più velocemente possibile le emissioni di gas serra in atmosfera, la deforestazione e gli altri cambiamenti d'utilizzo del suolo oggi in atto.

Si tratta di un cammino iniziato con il Protocollo di Kyoto (entrato in vigore nel 2005) che prosegue ora con l'Accordo di Parigi (2015), in cui i paesi si sono impegnati, a titolo volontario e senza obblighi vincolanti, ad attuare riduzioni delle emissioni per mantenere l'innalzamento di temperatura entro i 2 °C (e possibilmente entro 1,5 °C) rispetto al periodo preindustriale. Purtroppo la differenza tra i buoni propositi scritti sulla carta e la realtà dei fatti è enorme: gli sforzi messi in atto fino ad oggi e anche quelli programmati per il futuro sono totalmente insufficienti a raggiungere i traguardi promessi con Parigi e porteranno a riscaldamenti dell'ordine dei 2,7-3,4 °C e forse anche oltre (Jeffery et al., 2015; Hsu et al., 2015; Höhne et al. 2017). Questa inadeguatezza delle attuali politiche di mitigazione viene oggi denunciata a gran voce non solo da studiosi ed esperti di queste problematiche ma anche dalle mobilitazioni per contrastare il cambiamento climatico di milioni di persone in tutto il mondo, tra cui i giovani (e meno giovani) aderenti agli scioperi di *Fridays For Future* e quelli di altri gruppi e movimenti.

La mitigazione non può tuttavia essere l'unica risposta al cambiamento climatico: dobbiamo infatti ormai imparare a vivere con un clima modificato. In particolare, poiché si sono osservati impatti non trascurabili a fronte di aumenti di temperature inferiori a 2 °C (IPCC Special Reports 2019: *The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate* e *Climate Change and Land*; O'Neill, Brian C., 2017), l'Europa e il resto del mondo dovranno adattarsi a cambiamenti inevitabili con politiche di adattamento adeguate, anche qualora gli obiettivi di stabilizzazione fossero raggiunti.

L'IPCC ha analizzato differenti scenari futuri possibili: uno con consistente mitigazione delle emissioni, due scenari intermedi e uno in cui non si introducono ulteriori misure per tagliare la CO<sub>2</sub> e l'emissione degli altri gas climalteranti. Nel caso più ottimista, caratterizzato da un processo di riduzione e azzeramento delle emissioni, entro la metà del secolo il riscaldamento del Pianeta dovrebbe limitarsi a 2 °C, mentre negli scenari più pessimisti l'incremento della temperatura potrà attestarsi fra i 3,7°C e i 4,8°C.



Tra le prime conseguenze c'è l'innalzamento del livello del mare, che in base al termometro potrà essere contenuto a 26 centimetri a fine secolo, oppure arrivare a sfiorare il metro (Hinkel, Jochen, et al. 2015). A far salire gli oceani contribuirà la fusione dei ghiacci unitamente a quella superficiale della calotta glaciale in Groenlandia e al collasso di alcune aree dell'Antartide. Il ghiaccio marino artico sarà sempre meno esteso in tutti i mesi dell'anno. Un innalzamento dei mari di 90 centimetri metterà a rischio quei 150 milioni di persone (destinate ad aumentare a seguito dell'incremento demografico) che nel mondo vivono in aree costiere 'basse', a non più di un metro sopra il livello del mare. Per la maggior parte si tratta di asiatici, in Paesi poveri come il Bangladesh e città come Tokyo e Singapore, che potrebbero essere interamente sommerse. Ma il pericolo interessa anche l'Occidente, da New York ad Amburgo. L'incremento degli eventi estremi, da tempeste e alluvioni a prolungate ondate di calore, è una delle conseguenze già evidenti del mutamento del clima. Solo nel 2014, ricorda l'Onu (UNEP, *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters*), i disastri naturali hanno causato 19,3 milioni di sfollati con ondate di migrazioni.

L'aumento delle temperature per l'IPCC avrà un impatto negativo sulle principali colture agricole, in particolare grano, riso e mais, a fronte di una maggiore domanda di cibo determinata dall'aumento della popolazione globale. I rischi per la sicurezza alimentare (l'approvvigionamento di acqua e cibo per tutti), come per esempio l'aumento della probabilità di denutrizione, saranno dovuti al calo dei raccolti, a siccità, alluvioni e all'instabilità dei prezzi alimentari; essi saranno più elevati alle basse latitudini, andranno cioè a colpire di più i Paesi poveri.

Il cambiamento climatico aggraverà inoltre le cattive condizioni di salute in molte regioni, soprattutto nei paesi in via di sviluppo. Gli esempi includono maggiori probabilità di infortunio, di malattia e di morte a causa di ondate di calore più intense e di incendi; maggiori rischi di malattie da zoonosi trasmesse da vettori come zanzare, zecche, etc.

Infine, in tutti gli scenari l'IPCC prevede che, durante questo secolo, molte specie di flora e fauna affronteranno un rischio maggiore di estinzione con una erosione più o meno considerevole della biodiversità, che rappresenta, per altro, una chiave di resistenza e resilienza ai cambiamenti climatici. Decisiva sarà la capacità delle singole specie di adattarsi a nuovi climi e alle condizioni in cui si troveranno gli ecosistemi.

Per ampliare le conoscenze scientifiche sulla stato di salute del Pianeta, negli

ultimi anni molti paesi hanno avviato programmi di raccolta dati tra cui missioni spaziali di osservazione della Terra tramite la raccolta di *Earth Observation Data* telerilevati per disporre di dati capillari sia a terra che dallo spazio. L'Europa con il programma spaziale ambientale Copernicus attraverso le missioni Sentinel ha seguito quanto fatto dalla NASA negli USA con le missioni Landsat e MODIS. Tra i tanti obiettivi scientifici di tali missioni in primo piano è l'osservazione e la misurazione degli impatti dei cambiamenti climatici e della pressione antropica sulle risorse naturali (Hansen, Matthew C., et al., 2013, Science) così da mettere in atto piani e strategie in un'ottica di adattamento e mitigazione.

### **Quale linguaggio e quale percezione dei cambiamenti climatici?**

Le scienze e gli ambiti della ricerca fanno molto spesso ricorso al linguaggio matematico per definire teorie, dimostrare teoremi, progettare esperimenti, dispositivi, macchine e strutture, produrre ed analizzare dati e molto altro ancora. Sono le caratteristiche di precisione e allo stesso tempo di versatilità e universalità del linguaggio matematico a renderlo così funzionale agli scopi della ricerca: l'esattezza delle sue formulazioni e dei suoi significati sono alla base della condivisione di teorie, esperimenti e risultati tra gli scienziati.

Questo è vero e fondamentale anche se, ai fini dell'interazione e del confronto, non è sufficiente: le stesse caratteristiche sono infatti richieste anche a livello puramente linguistico poiché è solo con l'utilizzo di termini specifici che, in qualunque contesto disciplinare, una comunicazione tra esperti può avvenire in modo efficace. Per comprendere l'importanza e l'attualità di questo aspetto bisogna tenere presente che, negli ultimi decenni, si sono sviluppati molti nuovi campi di ricerca, spesso multidisciplinari, che hanno portato gli scienziati a definire e descrivere nuovi fenomeni e ambiti, se non addirittura nuove grandezze.

Ecco allora il fiorire di neologismi e di nuovi significati associati a vocaboli già in uso corrente. Dall'informatica alle nanoscienze, dalla medicina alla robotica, dall'energetica alla sociologia, alle scienze della complessità e, naturalmente, ai cambiamenti climatici (solo per citare alcune discipline) l'innovazione linguistica si è resa necessaria e si è diffusa in ogni settore. Conoscere e condividere questo linguaggio specifico, associato a significati precisi, è pertanto imprescindibile per un corretto approccio alle nuove discipline di ricerca.

'Corretto' nel senso di comprendere e utilizzare in modo adeguato i termini condivisi e trasferire il significato voluto.

È in ogni caso importantissimo ricordare che, oltre all'aspetto puramente semantico (di significato) delle parole utilizzate, ogni termine trasporta e trasferisce inevitabilmente una componente 'analogica' della comunicazione, ovvero evoca immagini, sensazioni ed emozioni.

E questo incide profondamente sulla percezione di qualunque fenomeno, sia a livello individuale sia collettivo. Ogni parola è in effetti una vera e propria 'ancora': non solo, appunto, al significato ma anche alle percezioni cui essa riporta e che essa scatena. Queste percezioni sono diverse per ognuno ma, mediamente, possono essere più o meno 'positive' o 'negative', nel senso che appaiono più o meno funzionali a degli obiettivi generali.

Riferirsi ad un evento (o situazione, contesto, oggetto, etc.) con certe parole piuttosto che con altre, pur avendo lo stesso significato, riconduce a percezioni inevitabilmente diverse. Per esempio, le parole 'patologia' e 'malattia' hanno certamente un impatto emotivo differente in ogni interlocutore. Questo perché la prima ha un'accezione più tecnica, più neutra, mentre la seconda evoca sensazioni generalmente legate alla problematicità, alla sofferenza e ad uno stato alterato della salute che è più disfunzionale.

Anche nel trattare e nel parlare delle modifiche delle condizioni climatiche l'uso di certe espressioni rispetto ad altre può fare la differenza e, in alcuni casi, è modulato dalla volontà di trasferire verso gli interlocutori percezioni differenti.

Ad esempio è opportuno evidenziare come il passaggio, nel linguaggio comune, da 'riscaldamento globale' a 'cambiamento/i climatico/i' ('*climate change*' in inglese non ha una forma plurale) sia stato influenzato da Frank Luntz, consulente linguistico dell'amministrazione Bush, al fine di ridurre la percezione di pericolo e di conseguenza limitare le regolamentazioni stringenti in materia ambientale, poiché – sosteneva Luntz – queste generano la perdita di posti di lavoro e un aumento dei costi (si vedano Lakoff, 2010: 71; Poole, 2006: 42-9).

Rispetto poi alle traduzioni in inglese fornite per ognuna delle voci presenti in questo Lessico, vale la pena di sottolineare le varie implicazioni dell'uso dell'inglese nell'ambito dei discorsi sui cambiamenti climatici e più in generale delle politiche ambientali.

Nella maggior parte dei casi, i nuovi termini che entrano nel lessico italiano arrivano dalla lingua inglese e spesso coesistono sotto forma di prestito (quindi come anglicismi in italiano) e, allo stesso tempo, nella versione tradotta in lingua italiana. Il fenomeno è degno di nota poiché l'uso di parole inglesi all'interno di testi (scritti o orali) in italiano può avere implicazioni politico-ideologiche di varia natura e, in alcuni casi, può trasformarsi in una strategia che ha l'obiettivo di offuscare il

pieno significato di ciò che si sta dicendo, magari per mitigarne l'impatto emotivo o per rendere meno trasparenti le responsabilità degli attori coinvolti.

Si tratta ovviamente di un'analisi che va fatta in base al contesto specifico del discorso: in molti casi gli anglicismi sono usati semplicemente per attribuire al testo maggiore prestigio o scientificità. Il movimento giovanile sviluppatosi nel corso del 2019 ha visto, sotto l'aspetto comunicativo, un utilizzo diffuso della lingua inglese negli slogan e nei messaggi. In questo caso – pur con la cautela sempre necessaria di fronte a fenomeni nuovi – la motivazione dominante è quella di sentirsi parte di un dialogo globale, una scelta quindi pragmatica ma non priva di contraddizioni (per approfondimenti si vedano Caimotto e Molino, 2011; Caimotto 2019, 2015, 2013)

La somma di questi aspetti e le tensioni interne che evidenziano nelle scelte lessicali questioni ideologiche, le difficoltà che la comunità scientifica deve affrontare per contrastare la voce semplicistica di chi offre narrazioni alternative, più semplici da comprendere poiché prive di scientificità, danno la misura di quanto sia importante prestare attenzione ai modi in cui si parla di cambiamenti climatici. La condivisione di un lessico comune, e la capacità da parte della cittadinanza allargata di accedere alle informazioni con atteggiamento critico e con le competenze necessarie per comprendere a pieno le questioni dibattute, rappresentano obiettivi fondamentali per la comunità scientifica nel suo insieme.

### **Il presente Lessico sui cambiamenti climatici**

Come già più sopra ricordato, il presente Lessico intende rispondere alla duplice esigenza di approfondire criticamente e scientificamente, da un lato il funzionamento, gli impatti e le politiche che riguardano il cambiamento climatico e, dall'altro lato, le rappresentazioni di questo stesso cambiamento climatico. A tale fine l'Università di Torino ha fatto riferimento ad Agorà Scienza e al Coordinamento Cambiamenti Climatici dell'UniTo Green Office.

Agorà Scienza, oggi Sezione Valorizzazione della ricerca e Public Engagement dell'Università di Torino, opera da oltre tredici anni su più linee di attività, occupandosi di progettare e promuovere iniziative per la condivisione dei risultati della ricerca con la società ([www.agorascienza.it](http://www.agorascienza.it)). Tra i progetti di maggior impatto, FRidA è il primo portale in Italia dove sono i ricercatori a raccontare gli sviluppi del loro lavoro ed è lo spazio virtuale che l'Ateneo ha scelto per valorizzare, condividere e promuovere la partecipazione sui temi della ricerca ([frida.unito.it](http://frida.unito.it)).

Il Green Office dell'Università di Torino ha come propria missione quella di rendere operativi i principi della sostenibilità applicandoli anzitutto all'interno dell'ateneo, ma anche al territorio circostante ([www.green.unito.it](http://www.green.unito.it)).

Di fronte al gravissimo problema del riscaldamento globale, anche su sollecitazione diretta dei ragazzi di Friday For Future, il Coordinamento Cambiamenti Climatici del Green Office e Agorà Scienza hanno deciso di coordinarsi e fare rete tra le competenze presenti nell'Università di Torino per mettere a servizio della cittadinanza le proprie conoscenze e progettualità.

In questo senso, il presente testo è parte di un più ampio disegno di terza missione che punta a coinvolgere il territorio, attraverso la realizzazione del presente Lessico che si completa con l'organizzazione di una serie di incontri aperti a tutti i cittadini (novembre 2019 / marzo 2020) per analizzare in modo critico e interdisciplinare i diversi aspetti del cambiamento climatico, attraverso un linguaggio semplice e comprensibile anche per i non addetti ai lavori ma al tempo stesso rigoroso e scientificamente fondato.

In questo senso, agendo da catalizzatore tra i diversi attori sociali per sviluppare il dibattito pubblico su questi temi, l'Università si propone, con questa prima pubblicazione, di dare vita ad una condivisione di nuove competenze tecniche e linguistiche, utili a tutti i cittadini per capire e per comunicare in modo corretto i complessi concetti che riguardano i cambiamenti climatici.

Così come le motivazioni, anche gli scopi del progetto dedicato al lessico sono molteplici.

Innanzitutto va chiarito che l'intento di questo libro non è quello di produrre soluzioni per risolvere il problema, quanto piuttosto sensibilizzare e proporre un lessico utile. I primi destinatari sono infatti gli insegnanti e gli studenti: questo testo nasce con lo scopo di supportarli nelle attività didattiche e di ricerca, fungendo da spunto per approfondimenti a partire dalle definizioni presentate e dagli elementi della bibliografia e della sitografia che ne fanno parte.

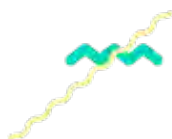
Inoltre, il Lessico vuole essere di supporto all'orientamento universitario: contenendo definizioni che spesso hanno carattere multidisciplinare, gli studenti potranno avvicinarsi ai vari ambiti della ricerca e toccare con mano quelli che li affascinano di più e per i quali sono maggiormente portati allo studio.

Un ulteriore scopo è legato ad un fenomeno di enorme portata che coinvolge tutti i cittadini: la proliferazione di pubblicazioni, articoli e notizie diffuse tramite qualunque tipo di canale mediatico che si pongono come 'scientifiche', ma che, in realtà, utilizzando spesso un linguaggio impreciso e inadeguato, sacrificando la precisione e la correttezza alla volontà di far colpo sul lettore, ponendo le basi di una notevole confusione su termini e concetti, oltreché sui fenomeni presentati.

Tale confusione di significati può diventare terreno fertile per la diffusione di teorie parallele, pseudoscientifiche e, a volte, addirittura negazioniste nei confronti di fenomeni che per la scienza sono ormai certi, come l'esistenza dei cambiamenti climatici e la loro origine principalmente antropica.

Risulta pertanto fondamentale mettere i cittadini nelle condizioni di orientarsi in questi meandri informativi, sensibilizzandoli anche, fin da ora, su un aspetto determinante: l'attendibilità della fonte. È per questo motivo che, nelle definizioni, si troveranno riferimenti ad una bibliografia di tipo prettamente scientifico.

Infine, vi è la possibilità che, in futuro, i cittadini siano chiamati ad esprimersi in merito a progetti di ampia portata tecnologica e sociale: sarà allora fondamentale che queste persone siano in grado di leggere e documentarsi (sempre da fonti attendibili), facendo riferimento a terminologie specifiche che dovranno essere comprese e ben interpretate.



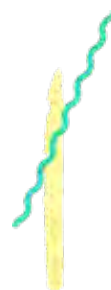
# Come usare questo testo

---

## Com'è fatto

I lemmi e le locuzioni che compongono il Lessico sono presentati in ordine alfabetico e ne è indicata la corrispondente parola/espressione in inglese.

Bisogna tener presente che, in molti casi, è l'espressione italiana ad essere quella derivata dall'inglese, nel senso che è quest'ultima ad essere stata conosciuta per prima ad indicare fenomeni, discipline e tendenze nuove. Infatti è questa la forma più utilizzata nel mondo della ricerca ed è importante conoscerla e associarla correttamente all'espressione in italiano.



Per ogni lemma è presentata una e, in alcuni casi, più definizioni. Nella colonna a lato è dichiarato l'ambito disciplinare, in forma molto ampia, al quale la definizione si riferisce.

Nel caso di più definizioni, scritte da esperti di discipline diverse che possono avere approcci anche molto differenti tra loro, esse non sono state, volutamente, armonizzate.

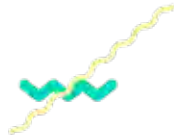
Questa scelta è motivata dalla volontà di restituire al lettore tutta la complessità di molti dei fenomeni presentati.

In ogni caso, le definizioni fornite non hanno un carattere d'eshaustività.

All'interno delle definizioni, i termini **in grassetto** indicano altre voci presenti in questo Lessico.

A corollario delle definizioni sono presentate delle immagini (o dei grafici) e una bibliografia di testi, articoli, *report* e articoli pubblicati su riviste nazionali o internazionali soggette a referaggio, secondo il meccanismo della *peer review* (ovvero il processo di verifica della validità dei dati e degli argomenti presentati da parte di altri autori).

Al termine della sessione dedicata ai lemmi sono presentati una bibliografia e una sitografia generali e l'indice analitico.



### Come consultarlo

Il testo può essere utilizzato in modo occasionale per trovare informazioni e riferimenti per un singolo lemma, come si fa con qualunque vocabolario o enciclopedia.

In ogni caso, per rendere più interessante la consultazione e restituire parte di quella complessità cui ci si riferiva in precedenza, sono proposti dei **percorsi di lettura** che permettono un approccio da punti di vista differenti.

Il lettore è anche invitato a creare i propri percorsi: la mappa dei lemmi allegata al testo è uno strumento di creazione (e anche di gioco per gli studenti) con cui costruire la personale navigazione nel complesso mondo dei cambiamenti climatici.

### Come usarlo

Il lessico ha molteplici possibilità di utilizzo. Ne indichiamo alcune e saremo felici di conoscerne altre!\* A nostro avviso può essere usato come:

fonte di informazioni;

spunto per gli studenti per approfondimenti e tesi;

spunto per gli insegnanti per definire lezioni, tracce per temi e ricerche, attività didattiche in genere;

strumento di orientamento per gli studenti alla scelta del percorso di studi;

aiuto nella consultazione e nella verifica dell'attendibilità di articoli, riviste, contenuti mediatici in genere;

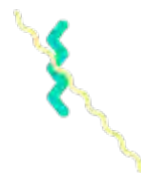
spunto per attività di ricerca sul campo, attività laboratoriali, rilevamenti e sondaggi in campo sociale;

supporto nella frequentazione dei progetti di *public engagement* e terza missione promossi dalle università, i centri di ricerca e le istituzioni.

\*Invitiamo il lettore a suggerire altri possibili utilizzi e miglioramenti al testo scrivendo a [publicengagement@unito.it](mailto:publicengagement@unito.it) o [unito-go-clima@unito.it](mailto:unito-go-clima@unito.it)



# Percorsi di lettura



Sono proposti 7 percorsi per leggere il Lessico seguendo linee diverse, toccando più ambiti disciplinari e con scopi differenti.

## Ambientale

ATMOSFERA  
USO DEL SUOLO E CAMBIO D'USO  
DEFORESTAZIONE  
BIODIVERSITÀ  
CONSUMO  
IMPRONTA ECOLOGICA  
GLACIAZIONI ED ERE GLACIALI  
ANTROPOCENE  
CAMBIAMENTI CLIMATICI

## Clima e consumo

CLIMA  
BILANCIO ENERGETICO  
COMBUSTIONE  
COMBUSTIBILI  
FOSSILI  
ENERGIA  
PRODUZIONE  
CONSUMO  
ANTROPOCENE  
TRANSIZIONE ENERGETICA  
SVILUPPO SOSTENIBILE

## Mitigazione e adattamento

COMBUSTIBILI FOSSILI  
MITIGAZIONE  
FONTI RINNOVABILI  
TRANSIZIONE ENERGETICA  
USO DEL SUOLO E CAMBIO D'USO  
SISTEMI ECOSISTEMICI  
ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI  
CAPACITÀ DI ADATTAMENTO  
GIUSTIZIA CLIMATICA

## Percezione

RISCALDAMENTO GLOBALE  
MICROCLIMA URBANO E ISOLA DI CALORE  
EVENTO METEOROLOGICO ESTREMO  
PERCEZIONE DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO  
ENVIRONMENTAL HUMANITIES  
CLI-FI FICTION  
SVILUPPO SOSTENIBILE  
GIUSTIZIA CLIMATICA  
NEGAZIONISMO CLIMATICO

## Rischio

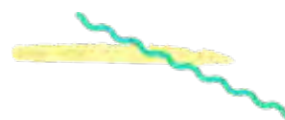
RISCHIO  
DISASTRO  
ESPOSIZIONE  
PERICOLO  
RISCHIO E PERICOLO  
VULNERABILITÀ  
SENSIBILITÀ  
CAPACITÀ DI ADATTAMENTO  
RESISTENZA  
RESILIENZA  
SISTEMA DI ALLERTA PRECOCE

## Scoperta

ATMOSFERA  
ANIDRIDE CARBONICA  
GAS SERRA  
ACIDIFICAZIONE  
CICLO BIOGEOCHIMICO  
DRIVER  
FORZANTE RADIATIVO  
EFFETTO SERRA  
RETROAZIONE  
RISCALDAMENTO GLOBALE  
CAMBIAMENTI CLIMATICI

## Studio

METEOROLOGIA  
SISTEMA CLIMATICO  
BILANCIO ENERGETICO  
BILANCIO IDROLOGICO  
FORZANTE RADIATIVO  
SCENARIO CLIMATICO  
MODELLO CLIMATICO  
IMPRONTA DI CARBONIO  
IMPRONTA ECOLOGICA  
IPCC  
ENVIRONMENTAL HUMANITIES





La vostra preparazione  
nell'affrontare il mondo  
reale non sta nelle risposte  
che avete imparato ma nelle  
domande che avete  
imparato a porvi.



*Bill Watterson*

Fumettista.  
Discorso ai diplomati  
del Kenyon College Ohio

# LESSICO *del* NUVOLE:

le parole del cambiamento climatico



## Acidificazione degli oceani/ Ocean Acidification

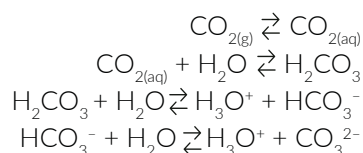
*ambito*  
*Chimico*

*percorso di lettura*  
*Scoperta*

L'**acidificazione** degli oceani è il processo, attualmente in atto, di aumento dell'acidità delle acque oceaniche a causa di una maggiore dissoluzione in esse di **diossido di carbonio** (CO<sub>2</sub>). Quest'ultimo è un gas relativamente solubile in acqua per cui il suo aumento in **atmosfera** ha portato ad un aumento della velocità di dissoluzione nelle acque di mari e oceani.

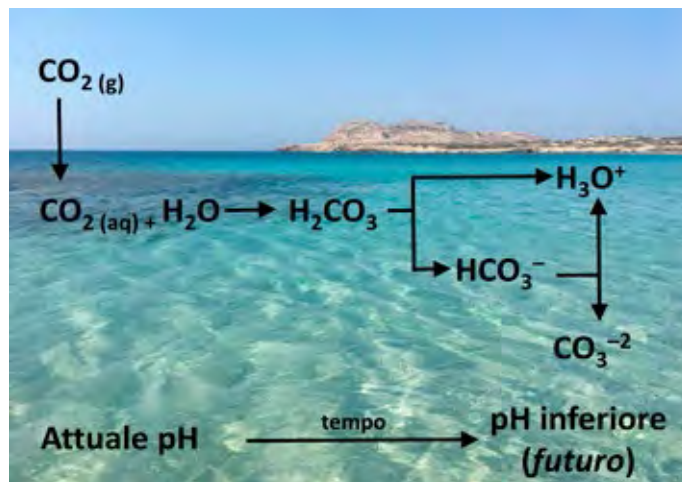
L'acidità di un'acqua (la concentrazione di ioni H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> disciolti in essa) è comunemente misurata attraverso il parametro noto come pH il quale è calcolato come il logaritmo in base 10 negativo della concentrazione dello ione H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>. Le acque oceaniche hanno pH generalmente debolmente basici (pH > 7), il processo di acidificazione di queste acque comporta un aumento della concentrazione di ioni H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> e conseguentemente una decrescita dei valori di pH.

Il diossido di carbonio una volta disciolto in acqua genera acido carbonico che dissociandosi genera ioni idrogenocarbonato (bicarbonato) e carbonato rilasciando ioni H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> secondo le reazioni qui sotto riportate.



Si stima che circa il 30-40% del diossido di carbonio rilasciato dalle attività antropiche in atmosfera sia stato disciolto nelle acque dolci e salate della Terra portando approssimativamente ad una diminuzione media del pH di 0.1 unità a partire dall'inizio della rivoluzione industriale. I carbonati formati tendono a sedimentare sul fondo degli oceani poiché poco solubili costituendo un pool di riserva di carbonio poco reattivo; tale meccanismo rappresenta quindi un processo essenziale di rimozione della CO<sub>2</sub> atmosferica che ha permesso in parte di diminuire la velocità di crescita di questo gas in atmosfera.

La decrescita del pH delle acque oceaniche ha inoltre come conseguenza una minore concentrazione di ioni carbonato. L'acidificazione delle acque oceaniche insieme alla generale crescita della loro temperatura media rappresentano dei rischi molto importanti per gli ecosistemi marini/oceanici e conseguentemente sono tra i fattori di pericolo più grandi per il sistema Terra. La diminuzione della concentrazione di carbonato in soluzione, conseguenza della decrescita del pH, porta ad una minore saturazione dei costituenti minerali (calcite e aragonite, differenti forme cristalline di carbonato di calcio) dei gusci calcarei di molluschi e plancton calcareo deprimendo la vitalità di queste specie fino a provocarne la morte, privando di conseguenza il mare di elementi fondamentali per il suo benessere.



Rappresentazione schematica dell'effetto dell'acidificazione delle acque oceaniche

#### Bibliografia

- Hoegh-Guldberg, O., R. Cai, E.S. Poloczanska, P.G. Brewer, S. Sundby, K. Hilmi, V.J. Fabry, and S. Jung, 2014: The Ocean. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1655-1731.
- F.J. Millero, The carbonate System in Marine Environment in A. Giancuzza, E. Pelizzetti, S. Sammartano (eds.), Chemical Processes in Marine Environments, Springer, 2000, pag. 441
- Stanley E. Manahan, Chimica dell'ambiente, Piccin, Padova, 2000

# /Adattamento ai cambiamenti climatici/ Adaptation to climate change

---

**ambito**  
Fisico / Sociologico

**percorso di lettura**  
Mitigazione  
e adattamento

Il processo di adattamento al **clima** attuale o atteso e ai suoi effetti. Nei sistemi umani, l'**adattamento** cerca di limitare i danni o di sfruttare le opportunità favorevoli. Nei sistemi naturali, l'intervento umano può agevolare l'adattamento al clima atteso e ai suoi effetti.

## Bibliografia

- IPCC, 2014: Annex II: Glossary [Mach, K.J., S. Planton and C. von Stechow (eds.)]. In: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 117-130.
- Hoffmann, Ary A., and Carla M. Sgro. "Climate change and evolutionary adaptation." *Nature* 470.7335 (2011): 479
- Tol, Richard S.J. "Estimates of the damage costs of climate change. Part 1: Benchmark estimates." *Environmental and resource Economics* 21.1 (2002): 47-73.

## /Aerosol/ Atmospheric particulate matter

---

### ambito Chimico

Gli **aerosol** sono una sospensione di particelle, presenti allo stato liquido o solido, caratterizzati da scarsa velocità di deposizione in aria. Vengono comunemente identificati anche con il termine materiale particolato (*Particulate Matter*, PM).

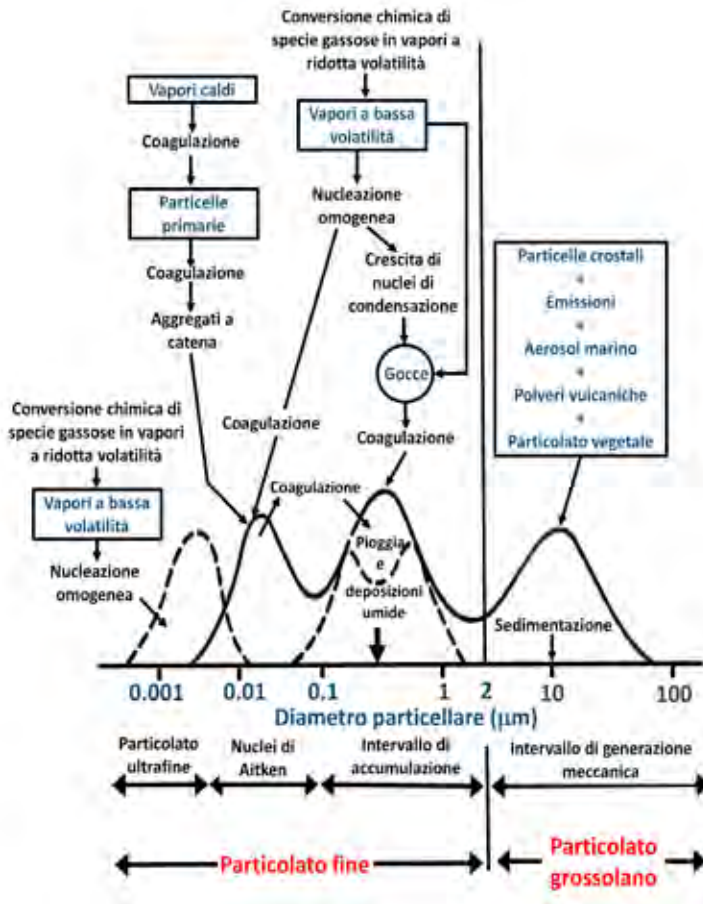
Nella fascia troposferica sono generalmente considerati importanti inquinanti poiché studi scientifici hanno evidenziato un legame causale fra i livelli di PM fine e una serie di effetti avversi sulla salute umana.

Come per tutti gli inquinanti, il PM viene distinto in Particolato Primario, per il quale esistono sorgenti dirette emissive (ad esempio i motori diesel che emettono direttamente particolato fine per lo più carbonioso), e Particolato Secondario, per il quale non esistono sorgenti dirette emissive, ma si forma in atmosfera a partire da inquinanti gassosi (un classico esempio è il particolato atmosferico composto da solfato d'ammonio formato dalla reazione tra anidride solforosa  $\text{SO}_2$  e ammoniaca o da nitrato d'ammonio formato dalla reazione tra acido nitrico  $\text{HNO}_3$  e ammoniaca).

Gli aerosol hanno un forte effetto sul **clima** sia diretto, sia indiretto, che dipende in modo marcato dalla composizione chimica del particolato stesso. La capacità di retrodiffondere la radiazione solare (*backscattering*) di particelle costituite da solfati e nitrati porta ad un aumento dell'albedo atmosferico, viceversa particelle in grado di assorbire radiazione visibile o IR (ad esempio particolato formato principalmente da carbonio elementare) portano ad un riscaldamento della troposfera. A questi effetti diretti si aggiungono importanti effetti climatici indiretti legati alla capacità delle particelle costituenti il particolato atmosferico di agire come nuclei di condensazione per le nuvole, con una diretta influenza sulla natura delle precipitazioni e sull'albedo atmosferico. Inoltre, particelle di nerofumo depositate su ghiacciai, nevai e calotte polari diminuiscono la capacità riflettente della superficie di queste importanti sorgenti di acqua dolce favorendo di conseguenza la loro fusione.



Il particolato atmosferico viene convenzionalmente diviso in funzione del diametro aerodinamico delle particelle in  $PM_{10}$  (diametro aerodinamico  $< 10 \mu m$ ) e  $PM_{2.5}$  (diametro aerodinamico  $< 2.5 \mu m$ ). Quest'ultimo è la frazione più pericolosa per la salute umana poiché rappresenta la frazione più profondamente respirabile.



Schema della distribuzione dimensionale delle particelle costituenti un aerosol atmosferico caratterizzato dal 4 differenti mode dimensionali. Le mode dimensionali, le principali sorgenti e i più importanti meccanismi di rimozione sono individuati in figura (da: Whitby 1976 e adattato da Finlayson-Pitts, 2000).

*Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Graph of Future Temperature Change under Alternative Greenhouse Gas Emission Scenarios* (<https://www.ipcc.ch/>)

#### Bibliografia

- Barbara Finlayson-Pitts, James Pitts, Jr. Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere, Theory, Experiments, and Applications, Academic Press, 1999, pag. 969.
- Fuzzi, Sandro, et al. "Particulate matter, air quality and climate: lessons learned and future needs." Atmospheric chemistry and physics 15.14 (2015): 8217-8299.
- D. W. Cockery, C. A. Pope, X. Xu, J. D. Spengler, J. H. Ware, M. E. Fay, B. J. Ferris, F. E. Speizer. "An association between air pollution and mortality in six U.S. cities". The New England Journal of Medicine 329. 24 (1993):1753-1759

# /Alluvione e allagamento/ Flood

## ambito Ambientale

Il termine **alluvione** si riferisce agli eventi di inondazione dovuti allo straripamento oltre i normali confini dei fiumi o di altri corpi idrici (es. laghi, mare) o derivante anche da un periodo di piogge molto intense.

L'estensione dell'alluvione segue la propagazione dinamica che dipende dalla quantità di acqua che fuoriesce, dalla velocità del flusso e dalla morfologia dell'area circostante.

L'**allagamento** si riferisce all'accumulo di acqua ristagnante in aree normalmente non sommerse. In questo caso si manifesta ad esempio la fuoriuscita di acqua dalle fognature in ambiente urbano a seguito ad esempio di una pioggia intensa.

Alluvione e allagamento sono qui accorpati nella presentazione, poiché in inglese si parla di *flood* che non prevede questa distinzione definitoria, ma le comprende entrambe.

Alluvione in Spagna.  
Arganda del Rey, 26 agosto 2019  
(EPA/Rodrigo Jimenez/Ansa)



## Bibliografia

- IPCC, 2014: Annex II: Glossary [Mach, K.J., S. Plankton and C. von Stechow (eds.)]. In: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 117-130.

- Luino, F. (2016) Floods. In: Bobrowsky P., Marker B. (eds) Encyclopedia of Engineering Geology. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer, Cham  
- DAMAGE Project, Développement d'actions pour le marketing et la gestion post-evenement: Glossary. (2014)

## /Anidride carbonica/ Carbon dioxide

ambito  
Chimico

percorso di lettura  
Scoperta

L'**anidride carbonica** o **diossido di carbonio**, nella sua dizione più corretta prevista dalla IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) è un composto chimico formato da un atomo di carbonio e due atomi di ossigeno avente formula bruta  $\text{CO}_2$ . I due atomi di ossigeno sono covalentemente legati all'atomo di carbonio centrale attraverso un doppio legame. La sua molecola presenta una geometria lineare e la distanza tra l'atomo di carbonio centrale e i due atomi di ossigeno è mediamente di 116.3 pm ( $116.3 \times 10^{-12}$  m).

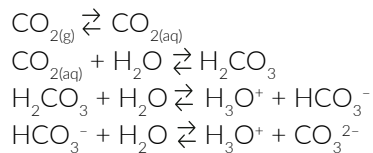
Il diossido di carbonio è un componente in tracce dell'**atmosfera** terrestre essendo presente nella fascia troposferica ad una concentrazione media di circa 410 ppm (parti per milione: 0.04% in volume).

In epoca preindustriale la sua concentrazione si attestava intorno a 260 ppm; i forti rilasci di  $\text{CO}_2$  in atmosfera legati all'utilizzo di **combustibili fossili** per fini energetici hanno portato ad un progressivo innalzamento della concentrazione di questo gas in atmosfera, come ben documentato dai monitoraggi continui del suo contenuto in atmosfera.

Il diossido di carbonio atmosferico è la principale sorgente di carbonio per gli organismi terrestri. Piante, alghe e cianobatteri sono in grado di promuovere reazioni fotosintetiche nelle quali  $\text{CO}_2$  e acqua reagiscono grazie all'assorbimento di **energia** luminosa per dare carboidrati e ossigeno come sottoprodotto.

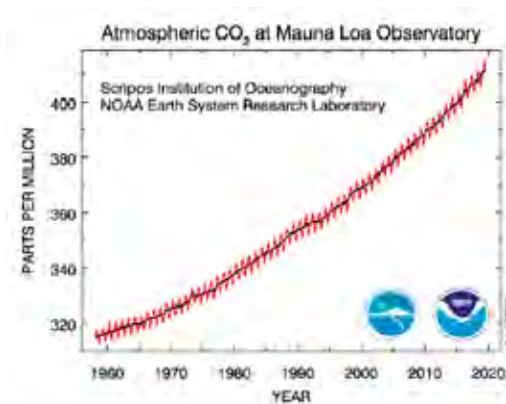
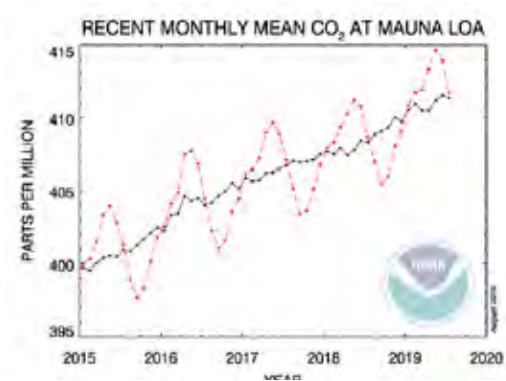
I processi massivi di **deforestazione**, diminuendo la superficie ricoperta da foreste e quindi la capacità della **biosfera** di bloccare  $\text{CO}_2$  atmosferica, contribuiscono ad una minore capacità del sistema Terra di compensare i rilasci antropogenici massicci di  $\text{CO}_2$ . Il diossido di carbonio è un gas solubile in acqua, in fase acquosa è in grado di reagire con l'acqua stessa per generare acido carbonico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) il quale può dissociare generando le sue forme deprotonate (idrogeno carbonato,  $\text{HCO}_3^-$  e carbonato,  $\text{CO}_3^{2-}$ ) portando ad un netto incremento dell'acidità dell'acqua (aumento della concentrazione

di ioni  $\text{H}_3\text{O}^+$ , con conseguente decremento del pH). Il rapporto relativo in acqua delle diverse specie è regolato dal pH della soluzione e dalla concentrazione in atmosfera del gas.



Come conseguenza della sua struttura molecolare, il diossido di carbonio è in grado di assorbire radiazione nella regione dell'infrarosso (IR) contribuendo in modo effettivo all'**effetto serra**.

Per convenzione è attribuito al diossido di carbonio un *Global Warming Potential* unitario.



Monthly Average Mauna Loa CO2  
(<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>)

#### Bibliografia

- Ken Caldeira, Michael E. Wickett, "Anthropogenic carbon and ocean pH", *Nature*, 425, 2003, 365.
- Doney, S.C. et al., Ocean acidification: The other CO2 problem, *Annual Review of Marine Science*, 1, 2009, 169-192.
- Feely, R.A. et al., Impact of anthropogenic CO2 on the CaCO3 system in the oceans, *Science* 305, 5682, 2004, 362-366

## /Antropocene e Olocene/ Anthropocene and Holocene

*ambito  
Generale*

*percorsi di lettura  
Ambientale  
Clima e consumo  
Studio*

L'**Olocene** in geologia indica l'ultima epoca del Quaternario, successiva al Pleistocene. Secondo una suddivisione classica, l'Olocene rappresenta il periodo di tempo che vede la scomparsa, in Europa, dei grandi carnivori. Il limite inferiore, convenzionalmente accettato da quasi tutti i ricercatori, è posto a 10.000 anni fa, in connessione con l'inizio della fase di riscaldamento che determinò la scomparsa dei ghiacciai wurmiani, rappresentati in Europa dalla grande calotta glaciale scandinava. La superficie della Terra durante l'Olocene raggiunge condizioni quasi identiche a quelle del XX secolo così come la diffusione degli organismi. Il clima ritorna normale e la distribuzione delle province climatiche è poco diversa da quanto si può osservare ora. L'uomo, uscito dal periodo paleolitico, mostra uno sviluppo e una diffusione che prosegue con ritmo accelerato per tutto il periodo, contribuendo persino con la propria attività a modificare l'ambiente naturale.



Vie di comunicazione e rappresentazione delle infrastrutture stradali e rotte aeree e navali percorse giornalmente a livello globale

Con la rivoluzione industriale a metà del '700 e l'avvento dei combustibili fossili, oltre alla crescente pressione sulle risorse naturali e il boom demografico, il tasso di emissioni e la pressione antropica sulla **biosfera** hanno assunto una dinamica senza precedenti. Autorevoli studiosi designano convenzionalmente gli anni '50 del secolo scorso come la "Grande Accelerazione"; un periodo caratterizzato da grande prosperità e sviluppo economico in svariati settori e spinto al **consumo** insostenibile delle risorse. Pressioni umane sulla biosfera capaci di rendere il genere umano una nuova forzante/driver all'interno delle variabili naturali che influiscono sul sistema climatico.

Da qui l'**Antropocene**: un nuovo periodo geologico che segue l'Olocene. Proposto originariamente dal premio Nobel Paul Crutzen nel 2000 nella scala geocronologica del pianeta, perché caratterizzato dal profondo intervento umano sui sistemi naturali, i cui effetti sono ritenuti equivalenti a quelli prodotti dalle grandi forze geofisiche che hanno modellato e plasmato il pianeta Terra nei suoi stimati 4,6 miliardi di anni di vita.

#### *Bibliografia*

- Waters, Colin N., et al. "The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene." *Science* 351.6269 (2016): aad2622.
- Steffen, Will, et al. "Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet." *Science* 347.6223 (2015): 1259855.
- Rockström, Johan, et al. "Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity." *Ecology and society* (2009).

## /Antropocene e Olocene/ Anthropocene and Holocene

**ambito**  
Sociologico

**percorsi di lettura**  
Ambientale  
Clima e consumo  
Studio

Coniato dal biologo Eugene Stoermer e diffuso nel 2000 dal premio Nobel Paul J. Crutzen, il termine “**Antropocene**” si riferisce all’epoca geologica attuale in cui l’ambiente terrestre, inteso come l’insieme delle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche in cui si crea ed evolve la vita, è profondamente condizionato dagli effetti dell’azione umana.

L’entità, la varietà e la durata dei cambiamenti antropici sono tali che, per la prima volta nella storia del pianeta, le nostre pratiche sono entrate a far parte della stratigrafia, iscrivendosi letteralmente nelle rocce, nei ghiacciai e nei sedimenti marini. Sebbene sia impossibile individuare la data precisa dell’inizio dell’Antropocene, si tratta, indipendentemente dal suo avvio, di una apocalisse invisibile ma capace di insinuarsi in tutti gli ambiti della nostra esistenza.

Presto adottata da artisti, umanisti, politici, scienziati, la denominazione “Antropocene” ha allargato i suoi confini semantici fino a denotare una composizione complessa e dinamica di elementi naturali, attività socio-politiche e pratiche discorsive, motore di un processo di ibridizzazione del pianeta che si evolve incessantemente in una dimensione *naturalculturale* per dirla con Donna Haraway. Eppure, nonostante la sua popolarità, non solo l’Antropocene non mette d’accordo tutti gli studiosi, ma al contrario ha generato e continua ad alimentare un vivace dibattito: terminologico, politico, filosofico, ecologico.

Fortemente convinti dell’urgenza di creare ponti tra il mondo delle scienze dure e il mondo delle scienze umane, i teorici più accreditati – Bruno Latour, Donna Haraway, Anna Tsing, Rob Nixon, Viveiros de Castro e molti altri – si sono impegnati a dimostrare e discutere criticamente le intersezioni di cultura e ambiente, mettendo in luce alcune questioni di **giustizia ambientale** e sociale, l’iniqua distribuzione delle **vulnerabilità**, degli impatti e dei costi dei **cambiamenti climatici**, e i diversi gradi di agency dell’umano (*agentività: capacità di influenzare il sistema in modo intenzionale e mirato – nota del curatore*): questa età ci narra una “storia condivisa di risorse non condivise” (Nixon 2011).

E mentre l'Antropocene si è ormai allontanato dai recinti dell'accademia per introdursi diffusamente nel mondo della cultura popolare, la sua storia richiede una narrazione più corretta e uno sguardo più compassionevole. Donna Haraway, per esempio, esprimendo tutta la sua perplessità nei confronti del termine "Antropocene", ci ricorda che la radice "anthropos" si riferisce a una specie, ma a quale con esattezza? A quella dell'*Homo sapiens sapiens* senza distinzioni di sorta? All'umanità tutta? O all'umanità "industriale", quella cioè che contribuisce alla formazione di capitale globale? Perché forse in questo caso, suggerisce in un articolo divenuto ormai seminale per questo dibattito, sarebbe più opportuno usare la parola "Capitalocene" (o l'età del capitale), denominazione coniata dal coordinatore del World-Ecology Research Network, Jason Moore. Il termine "Antropocene", infatti, può trasformarsi in un significativo vuoto se si negano le differenze, le disuguaglianze e la violenza multi-specie del capitalismo.

#### Bibliografia

- Donna Haraway, "Anthropocene, Capitalocene, Plantationocene, Chthulucene: Making Kin", *Environmental Humanities*, vol. 6, 2015, pp. 159-165.
- Rob Nixon, *Slow Violence and the Environmentalism of the Poor*, Cambridge, MA and London: Harvard University Press, 2011.
- Jason W. Moore, *Anthropocene or Capitalocene? Nature, History and the Crisis of Capitalism*, Oakland: PM Press, 2016 [Antropocene o capitalocene? Scenari di ecologia-mondo nella crisi planetaria, trad. it. e cura di A. Barbero e E. Leonardi, Verona: Ombre Corte, 2017.]



### ambito Ambientale

L'**aridità** è una caratteristica climatica ristretta ad aree geografiche con poca precipitazione. Ad esempio, le regioni che sono caratterizzate da precipitazioni annue inferiori a 250mm.

In queste condizioni le scarse piogge non consentono la nascita e lo sviluppo di vegetazione completa, pertanto il territorio delle regioni a clima arido si presenta generalmente roccioso o sabbioso.

L'aridità può essere di tipo strutturale, quando tali condizioni sono permanenti o semipermanenti, o di tipo occasionale, quando è legata ad eventi eccezionali di lunga durata.

L'aridità (e la sua associata scarsità idrica) è, quindi, una condizione idrologica e climatica a lungo termine, a causa della quale le popolazioni locali devono mettere in atto delle strategie di **adattamento**.

Essa si differenzia dalla **siccità** in quanto la prima è una condizione che si verifica per un tempo protratto nel tempo, mentre la seconda è temporanea (deficit idrico).

#### Bibliografia

- IPCC, 2014: Annex II: Glossary [Mach, K.J., S. Planton and C. von Stechow (eds.)]. In: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 117-130.
- Maliva, R., & Missimer, T. (2012). Aridity and drought. In Arid lands water evaluation and management (pp. 21-39). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Gao, Xuejie, and Filippo Giorgi. "Increased aridity in the Mediterranean region under greenhouse gas forcing estimated from high resolution simulations with a regional climate model." Global and Planetary Change 62.3-4 (2008): 195-209.



Siccità in California.  
Foto: Yale E360 <https://e360.yale.edu/>

# /Atmosfera, Biosfera, Criosfera, Idrosfera, Pedosfera, Litosfera/ Atmosphere, Biosphere, Cryosphere, Hydrosphere, Pedosphere, Lithosphere

---

## ambito

Generale

## percorsi di lettura

Ambientale

Scoperta

**Atmosfera**, biosfera, criosfera, idrosfera, pedosfera, litosfera sono le diverse componenti del **sistema climatico** terrestre, che interagiscono continuamente su una moltitudine di scale spaziali e temporali.

L'**Atmosfera** è l'involucro di gas che circonda la Terra, trattenuto dalla forza di gravità. Pur essendo molto sottile rispetto alle dimensioni del pianeta, possiede una struttura piuttosto complessa ed è suddivisa in strati, denominati "sfere" che, partendo dalla superficie e andando verso l'alto, sono: **troposfera, stratosfera, mesosfera, termosfera, ionosfera ed esosfera**.

Senza entrare nei dettagli di ciascuna di esse, ogni sfera è caratterizzata da un diverso gradiente termico verticale, che descrive come la temperatura dell'aria varia con la quota. Ad esempio, la temperatura diminuisce man mano che si sale di quota in troposfera, lo strato compreso tra la superficie terrestre e la quota di 12-14 km (8 km ai poli, 16-20 km all'equatore), mentre aumenta con la quota in stratosfera, lo strato situato al di sopra della troposfera fino a circa 30 km.

Tralasciando la presenza nell'atmosfera terrestre di polveri e **aerosol** (di origine naturale o antropica), essa è una miscela di gas avente la seguente composizione chimica media al suolo (le percentuali indicate sono in volume):

- Azoto (N<sub>2</sub>): 78,084%
- Ossigeno (O<sub>2</sub>): 20,946%
- Argon (Ar): 0,934%
- **Anidride carbonica** (CO<sub>2</sub>): 0,0412% (412 ppm - dato di agosto 2019)
- Neon (Ne): 0,0018% (18 ppm)
- Elio (He): 0,000524% (5 ppm)
- Metano (CH<sub>4</sub>): 0,00016% (2 ppm)
- Krypton (Kr): 0,000114% (1,1 ppm)
- Idrogeno (H<sub>2</sub>): 0,00005% (0,5 ppm)
- Xenon (Xe): 0,0000087% (0,08 ppm).

\*ppm = parti per milione

A tali gas si aggiunge il vapore acqueo ( $H_2O$ ), la cui percentuale è piuttosto variabile (dallo 0% al 6%), e l'ozono ( $O_3$ ), con concentrazione intorno allo 0,000004% (0,04 ppm). Sono anche presenti ossidi di azoto ( $NO$ ,  $NO_2$ ;  $N_2O$ ), monossido di carbonio ( $CO$ ), ammoniaca ( $NH_3$ ), biossido di zolfo ( $SO_2$ ) e solfuro di idrogeno ( $H_2S$ ). A parte azoto e ossigeno molecolari che sono i gas dominanti nell'atmosfera terrestre, gli altri gas sono presenti solo in tracce, ma non per questo il loro ruolo è meno importante. Tra i gas in traccia troviamo infatti i principali inquinanti atmosferici (come gli ossidi di azoto) e i gas climalteranti (anche detti **gas serra**, come anidride carbonica, metano, vapore acqueo).

L'atmosfera, in particolare la troposfera, è dominata da molti fenomeni che influiscono fortemente sulle condizioni ambientali al suolo e dunque sulla vita di animali e vegetali.

Per esempio, l'andamento della temperatura con la crescita dell'altitudine, il gradiente termico verticale già descritto in precedenza, può variare molto nella troposfera e in modo differenziato da regione a regione. Nei bassi strati il suo andamento definisce la "curva di stato" che condiziona fortemente l'evoluzione meteorologica di una regione.

Oltre alla temperatura, anche la pressione atmosferica e l'umidità delle masse d'aria non sono costanti e variano da regione a regione; queste differenze determinano lo spostamento di masse d'aria che hanno caratteristiche differenti tra loro, originando brezze e venti, sia su scala locale/regionale sia su scala continentale.

La scienza che studia gli spostamenti delle masse d'aria, le loro variazioni e i fenomeni collegati è la **meteorologia**.

Anche la composizione chimica base dell'atmosfera non è stabile ed è influenzata da fenomeni sia di origine natu-

rale (per esempio le eruzioni vulcaniche) sia di origine artificiale/antropica come per esempio le emissioni di anidride carbonica, di metano o di altri gas e particelle volatili, dovuti alla **combustione** di materiali o ad altri fenomeni non naturali.

Infine è importante ricordare che l'esistenza dell'atmosfera, come involucro gassoso che protegge la superficie terrestre dalle radiazioni solari ad alta intensità e come sede di importanti fenomeni che innalzano la temperatura nei pressi del suolo (**effetto serra**), è fondamentale per lo sviluppo e la sopravvivenza delle diverse forme di vita.

La Biosfera è definita come l'insieme di tutti gli ecosistemi sulla superficie della Terra - parti del suolo e sottosuolo (litosfera), dell'atmosfera e degli oceani, laghi e fiumi (idrosfera) - dove è possibile la vita. La biosfera, quindi, include le forme di vita sulla terra e l'ambiente fisico nel quale esse sono immerse e con il quale interagiscono e contiene tutti gli ecosistemi della Terra nei quali hanno sede i **cicli biogeochimici** fondamentali per il Pianeta.

La Biosfera viene suddivisa in sottoinsiemi aventi caratteristiche climatiche e ambientali omogenee chiamati biomi, in cui flora e fauna si trovano in equilibrio con le condizioni ambientali circostanti.

I biomi vengono definiti in base al tipo di vegetazione dominante che dipende dalla latitudine, dall'altitudine, dai cicli stagionali, dall'abbondanza delle precipitazioni e dalla temperatura e quindi dal clima tipico.

I principali biomi sono: Taiga e Tundra (caratteristiche dei climi polari e alpini), Conifere e Foresta decidua (caratteristiche dei climi freddo-umidi delle medie latitudini), Foresta mista e Prateria (caratteristiche dei climi temperato-umidi delle medie latitudini), Savana e

Foresta pluviale (caratteristiche dei climi caldo-umidi e delle aree intertropicali).

Gli equilibri esistenti all'interno della Biosfera e dei suoi sottosistemi sono il risultato di meccanismi evolutivi che hanno portato alla stabilizzazione di diverse comunità biologiche adattate di volta in volta alle modificazioni geologiche e climatiche che si sono susseguite e si susseguono nel corso della storia del pianeta: tali modificazioni determinano l'evoluzione degli organismi viventi ma anche l'estinzione di quelle specie che non sono più adatte alle nuove condizioni ambientali.

La Criosfera è la porzione della superficie terrestre coperta da acqua allo stato solido. La Criosfera comprende le coperture di neve, il ghiaccio presente su mari (definito ghiaccio marino), laghi e fiumi, i ghiacciai terrestri, le calotte polari (come Groenlandia e Antartide) e suoli gelati (*permafrost*).

L'Idrosfera è l'insieme di tutte le acque presenti sulla Terra. La maggior parte è rappresentata da mari e oceani, ma le acque dolci sono d'importanza fondamentale. Attraverso gli scambi di materia le acque dell'idrosfera sono coinvolte nel ciclo idrologico.

Dal mare l'acqua evapora come vapore acqueo nell'atmosfera. Attraverso la traspirazione, anche le piante e gli alberi rilasciano acqua nell'atmosfera sotto forma di vapore acqueo. In atmosfera, il vapore acqueo viene trasportato e quando si raffredda il fenomeno della condensazione lo trasforma di nuovo in acqua liquida formando nuvole. Quando le gocce d'acqua nelle nuvole diventano troppo grandi e pesanti ricadono al suolo come pioggia, neve, grandine (precipitazione); la precipitazione scorre poi in diversi modi, sulla superficie e nel sottosuolo, di nuovo verso il mare.

Le diverse fasi del ciclo dell'acqua variano con le zone climatiche; il loro rapporto costituisce il **bilancio idrologico**, che fornisce indicazioni sulle risorse idriche presenti sulla Terra e nelle varie regioni.

La pedosfera è ciò che comunemente chiamiamo "suolo". Si sviluppa grazie all'interazione dinamica tra atmosfera, biosfera, idrosfera e litosfera (di cui costituisce la parte più esterna). La pedosfera è fondamentale per la vita sulla Terra essendo, negli ecosistemi continentali, la zona nella quale la materia organica viene mineralizzata e grazie alla quale le sostanze minerali vengono utilizzate per generare nuova materia organica (ciclo del carbonio). La pedosfera è costituita da minerali, sostanza organica, acqua ed aria. Si trova all'interno della più ampia Zona Critica Terrestre (Earth Critical Zone) che comprende anche la vegetazione, i sistemi acquiferi sotterranei, la regolite e che termina a una certa profondità nella roccia, laddove la biosfera e l'idrosfera cessano di apportare cambiamenti significativi alla chimica in profondità.

Si sviluppa arricchendosi di una complessa comunità vivente e, in funzione del clima e della disponibilità di acqua, si sviluppa raggiungendo una maturità in equilibrio relativamente stabile con l'ambiente.

La litosfera è la parte più esterna della Terra e costituisce un complesso sistema con scambi di energia e di materia tra diversi settori della Terra. È formata da due strati, la crosta e il mantello, ed è limitata verso l'interno dall'astenosfera. Il suo spessore non è uniforme, ma presenta zone più sottili negli oceani.



L'idea della varietà infinita dei dettagli e delle molteplici forme ristora la mente; nella complessità si nascondono le sfumature della bellezza, nella varietà si scoprono la generosità e l'esuberanza.



Annie Dillard

Scrittrice.

*The Force That Drives the Flower*

## LESSICO ~~NUVOLE~~ NUVOLE:

*le parole del cambiamento climatico*



# B

## /Bilancio energetico/ Energy balance

**ambito**

Fisico

**percorsi di lettura**

Clima e consumo

Studio

Il **clima** terrestre è una macchina complessa i cui ingranaggi sono messi in moto dall'energia in arrivo dal Sole. Il **bilancio energetico Sole-Terra** rappresenta l'equilibrio tra l'**energia** che la Terra riceve dal Sole e l'energia che la Terra irradia nello spazio esterno dopo essere stata distribuita tra le diverse componenti del **sistema climatico** terrestre, come l'**atmosfera**, l'**idrosfera**, la **criosfera**, la **biosfera**, il **suolo** e il **sottosuolo**.

Una parte della radiazione che la Terra riceve dal Sole viene riflessa dalle superfici con un elevato potere riflettente, come le nubi spesse in atmosfera o le aree coperte da neve e ghiaccio al suolo mentre la restante parte, il 70% circa, viene assorbita: in parte dall'atmosfera e, in misura maggiore, dalla superficie terrestre. La radiazione solare assorbita, tuttavia, è distribuita in modo non uniforme sul pianeta. La curvatura terrestre, infatti, fa sì che la radiazione in arrivo dal sole vari con la latitudine e sia più diluita alle latitudini maggiori, dove si distribuisce su una superficie più ampia, mentre sia più concentrata vicino all'equatore. Questo fatto, unito alla presenza di estese superfici coperte di ghiacci e nevi ai poli, fa sì che le alte latitudini assorbano meno radiazione solare di quelle prossime all'equatore. L'inclinazione dell'asse di rotazione terrestre, inoltre, fa sì che le regioni polari non vedano la luce del sole durante l'inverno. Quando la superficie terrestre si scalda emette a sua volta energia sotto forma di calore (o radiazione infrarossa) e la quantità di energia emessa è proporzionale alla temperatura della superficie, e perciò dipende anch'essa dalla latitudine. Se calcoliamo il bilancio tra l'energia assorbita e quella riemessa in ciascuna fascia latitudinale, scopriamo che ai tropici la quantità di luce solare assorbita supera la quantità di calore che la superficie stessa riemette e ciò produce un guadagno netto di calore, mentre l'opposto avviene alle alte latitudini, dove si ha una perdita netta di calore.

L'atmosfera e l'oceano lavorano senza sosta per compensare questo squilibrio, spostando il calore in eccesso ai tropici verso i poli attraverso l'evaporazione dell'acqua di superficie, la convezione, le precipitazioni, i venti e la circolazione oceanica.

La Terra è molto vicina ad essere, su tempi lunghi, in condizioni di equilibrio radiativo, la situazione in cui l'energia solare in ingresso è bilanciata da un uguale flusso di calore verso lo spazio. In questa condizione, la temperatura media globale si mantiene relativamente stabile. A livello globale, nel corso dell'anno, il sistema Terra (terre emerse, oceani e atmosfera) assorbe e poi irradia nello spazio una media di circa 340 watt di energia solare per metro quadrato.

Qualsiasi elemento o **forzante** in grado di agire su questo bilancio di energia, modificando la quantità di energia in entrata o in

uscita dal sistema, può portare a una modifica della temperatura globale che è il risultato del bilancio di energia. Il bilancio energetico della Terra e i flussi di calore dipendono da molti fattori, come la composizione atmosferica (principalmente aerosol e gas serra), l'albedo (riflettività) della superficie e dell'atmosfera, la copertura nuvolosa, la vegetazione e i diversi tipi di utilizzo del territorio.

Le variazioni della temperatura sulla superficie dovute al bilancio energetico della Terra non si verificano istantaneamente, principalmente a causa dell'inerzia degli oceani e della criosfera.

Il flusso termico netto viene attenuato soprattutto diventando parte del calore contenuto nell'oceano, fino a quando non si stabilisce un nuovo stato di equilibrio tra le radiazioni e la risposta climatica.

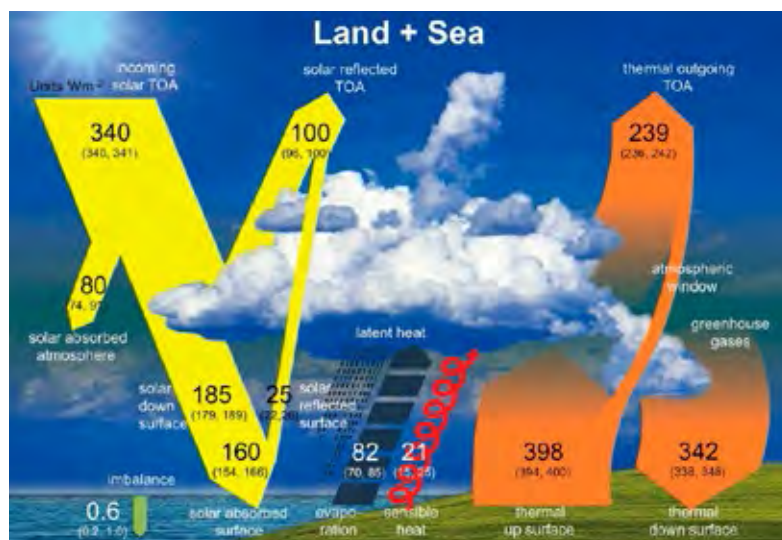


Diagramma schematico del bilancio globale annuale (terrestre e oceanico) di energia media della Terra. I numeri indicano le migliori stime per l'entità dei componenti del bilancio energetico mediati a livello globale insieme alle loro gamme di incertezza tra parentesi, che rappresentano le condizioni climatiche attuali all'inizio del XXI secolo. Unità Wm<sup>2</sup>. Basato su Wild et al. (2013) / IPCC AR5 e aggiornato in Wild et al. (2015).

### Bibliografia specifica

- Dickinson, Robert E. "Land surface processes and climate—Surface albedos and energy balance." *Advances in geophysics*. Vol. 25. Elsevier, 1983. 305-353.
- North, Gerald R., Robert F. Cahalan, and James A. Coakley Jr. "Energy balance climate

- models." *Reviews of Geophysics* 19.1 (1981): 91-121.
- Wild, Martin, et al. "The energy balance over land and oceans: an assessment based on direct observations and CMIP5 climate models." *Climate Dynamics* 44.11-12 (2015): 3393-3429.



## /Bilancio idrologico/ Water balance

ambito  
Ambientale

percorso di lettura  
Studio

In un sistema di distribuzione idrica per **bilancio idrologico** si intende il processo di valutazione di tutte le componenti in ingresso ed in uscita del sistema, al fine di determinare l'utilizzazione della risorsa e la valutazione delle perdite idriche. Esistono diverse formule e approcci per calcolare il bilancio (si rimanda alla bibliografia specifica). L'apporto complessivo dell'acqua proveniente dall'**atmosfera** che raggiunge la superficie terrestre in una delimitata area si chiama afflusso. L'afflusso nell'interazione con il suolo si ripartisce in diverse componenti definite in base ai differenti percorsi seguiti dall'acqua e dalle differenti reazioni fisico-chimiche subite.

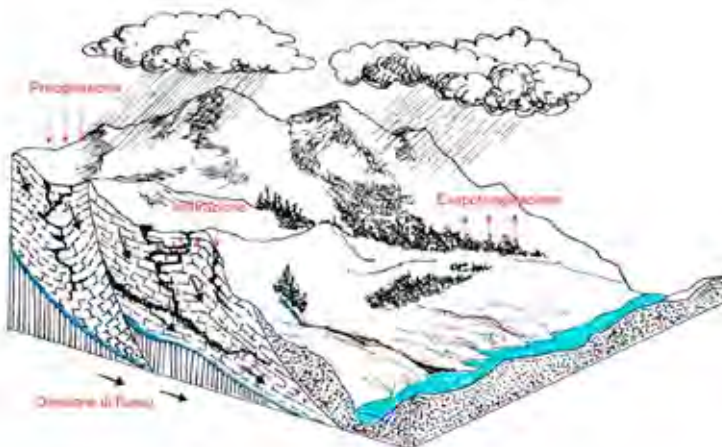
Le principali sono: evapotraspirazione, il deflusso superficiale e l'infiltrazione. Viene definita evapotraspirazione il fenomeno che riguarda le terre emerse ricoperte da vegetazione e riunisce sia l'evaporazione dell'acqua meteorica, influenzata dalla temperatura, dall'umidità e dai movimenti dell'aria, che dalla traspirazione ovvero la perdita di acqua da parte della vegetazione attraverso la superficie esposta all'aria.

Il deflusso superficiale non è altro che il processo di trasferimento superficiale lungo il declivio orografico, perdendo nel suo percorso una certa quantità per evaporazione. Infine, l'acqua che penetra nel sottosuolo segue un processo di trasferimento definito con il termine di infiltrazione.

L'insieme di questi processi costituisce il bilancio idrologico e rappresenta l'equazione di bilancio di massa dei volumi idrici in ingresso e in uscita dell'area considerata.

In un sistema ideale costituito da una struttura montuosa di roccia porosa omogenea che abbia

Rappresentazione di input e output nel bilancio idrologico  
Fonte ISPRA [www.isprambiente.gov.it/](http://www.isprambiente.gov.it/)



una permeabilità uguale in tutte le direzioni (isotropa), a contatto con uno strato a permeabilità molto bassa, le acque meteoriche che precipitano sul rilievo, in parte saranno soggette ai fenomeni di evapotraspirazione, una parte defluirà in superficie (ruscellamento superficiale) dando origine alle risorse idriche superficiali: nel momento in cui l'intensità meteorica supera la capacità del terreno di assorbire l'acqua si genera un afflusso superficiale. Quella assorbita dal terreno si infiltrerà nel sottosuolo (infiltrazione efficace) verso la zona di saturazione compresa tra lo strato di roccia impermeabile e la superficie piezometrica, per poi defluire verso le zone di emergenza. Il bilancio idrologico può essere semplificato nella formula:

$$P = E + R + I + D$$

P = precipitazione

E = evapotraspirazione

R = deflusso superficiale

I = infiltrazione efficace

D = deflusso idrico globale

Il bilancio idrologico non è da confondersi con il ciclo idrologico, raffigurato nell'immagine seguente che lo rappresenta nella sua interezza.



Fonte: USGS  
U.S. Department  
of the Interior

### Bibliografia specifica

- Perosino G.C., 2012. Scienze della Terra (cap. 3 - modulo III). CREST (To).
- Ritchie, J. T. "Soil water balance and plant water stress." Understanding options for agricultural production. Springer, Dordrecht, 1998. 41-54.
- Gleeson, Tom, et al. "Water balance of global aquifers revealed by groundwater footprint." Nature 488.7410 (2012): 197.
- Milly, P. C. D. "Climate, soil water storage, and the average annual water balance." Water Resources Research 30.7 (1994): 2143-2156.
- Eagleson, Peter S. "Climate, soil, and vegetation: 1. Introduction to water balance dynamics." Water Resources Research 14.5 (1978): 705-712.
- Willmott, Cort J., Clinton M. Rowe, and Yale Mintz. "Climatology of the terrestrial seasonal water cycle." Journal of Climatology 5.6 (1985): 589-606.

## /Biodiversità/ Biodiversity

ambito  
Biologico

percorso di lettura  
Ambientale

La **biodiversità** è una proprietà strutturale di tutti i sistemi, delle popolazioni faunistiche e floristiche, delle comunità e degli ecosistemi e per ognuna di queste vi sono livelli di biodiversità differenti che corrispondono a diversità genetica, tassonomica, ecosistemica e funzionale.

La biodiversità regola la prevedibilità dell'ecosistema, lo stabilizza e lo guida verso un traguardo preciso che viene perturbato solo da variazioni interne e/o esterne, a seguito ad esempio del superamento della capacità portante (numero massimo di individui che possono vivere su un certo territorio in funzione delle risorse che esso è in grado di produrre), disturbi biotici (ad esempio attacchi da parte di agenti patogeni) o abiotici locali o su vasta scala come ad esempio i **cambiamenti climatici**, gli incendi, le valanghe, etc.

La diversità biologica o biodiversità in ecologia è dunque la varietà di organismi viventi, nelle loro diverse forme, e nei rispettivi ecosistemi terrestri e acquatici. Essa comprende l'intera variabilità biologica: di geni, specie vegetali e animali, nicchie ecologiche ed ecosistemi.

Generalmente si distinguono i seguenti livelli di biodiversità:



biologydictionary.net

- *biodiversità genetica o interspecifica*: definita come l'insieme della diversità genetica di ciascuna specie sul pianeta Terra e più in generale come la somma complessiva del patrimonio genetico degli esseri viventi che abitano il pianeta Terra;
- *biodiversità tassonomica o intraspecifica*: definita come l'abbondanza e la diversità tra le specie;
- *biodiversità sistemica o ecosistemica*: definita come la diversità di ecosistemi ossia, l'insieme di tutti gli ambienti naturali e naturaliformi presenti sul pianeta;
- *biodiversità funzionale*: definita come la diversità di funzioni e **servizi ecosistemici** all'interno di ciascun ecosistema e che gli ecosistemi nel loro complesso sono in grado di offrire.

La biodiversità non è un valore fisso e stabile; in un dato ambiente la biodiversità delle specie presenti può aumentare o diminuire nel tempo a causa di diversi fattori che possono essere di carattere naturale e/o antropico.

Le risorse genetiche sono considerate la componente determinante della biodiversità all'interno di una singola specie. Le specie sinora descritte dalla Scienza sono in totale circa 1,74 milioni, mentre il valore di quelle stimate oscilla da 3,63 a più di 111 milioni. Tuttavia queste stesse stime risultano incomplete, in quanto nuove specie vengono quotidianamente scoperte, descritte e catalogate e aggiunte continuamente al totale generale ed altre vanno incontro all'estinzione prima ancora di essere descritte.

L'estinzione di specie così come la perdita di ecosistemi tipici (ad esempio le zone umide in aree montane o le torbiere) e la riduzione della diversità genetica intraspecifica a causa di una eccessiva selezione (si pensi alle esigenze del mercato nei confronti delle specie agronomiche o ancora di più alla zootecnia ed allevamento di talune specie con pool genetico sempre più appiattito a scapito di altre meno produttive, ma dotate di maggiore plasticità) rappresentano una contrazione della biodiversità.

Talora, tale fenomeno è definito a livello scientifico come "erosione della biodiversità" con effetti negativi sulla biosfera e sulla capacità di **adattamento**, di **resistenza**, **resilienza** e **mitigazione** ai cambiamenti climatici. Le origini dell'erosione sono spesso dovute alla pressione sulle risorse naturali, al **cambio d'uso del suolo**, all'**acidificazione degli oceani**, alla **deforestazione**, al **consumo** (e consumi-

smo) e all'inquinamento con un sempre maggior ampliamento dell'**impronta ecologica**.

La perdita di specie infatti può determinare un'instabilità e un malfunzionamento dell'ecosistema e avere ricadute significative su molte altre specie in un meccanismo a cascata molto complesso da prevedere essendo l'ambiente e il sistema climatico per sua natura un sistema complesso non lineare, vista la moltitudine e l'interdipendenza delle innumerevoli variabili in gioco. Un esempio diffusamente noto all'opinione pubblica è rappresentato dalla perdita degli insetti pronubi, ossia gli impollinatori come nel caso delle api, la cui funzione è fondamentale per il funzionamento della più parte degli ecosistemi terrestri, contribuendo in modo attivo all'interno della fenologia dei vegetali e di conseguenza alla produttività primaria.

La biodiversità riveste un ruolo fondamentale garantendo in molti casi il corretto funzionamento dell'ecosistema e dei servizi ecosistemici da esso generati e dai quali dipende l'essere umano.

#### *Bibliografia*

- Paci, Marco (2011). *Ecologia forestale: elementi di conoscenza dei sistemi forestali applicati alla selvicoltura*. Edagricole.
- Buiatti, Marcello (2007). "Labioidiversità", Il mulino.
- Fowler, J., & Cohen, L. (1993). *Statistica per ornitologi e naturalisti* (p. 240). Muzzio.
- Myers, Norman, et al. "Biodiversity hotspots for conservation priorities." *Nature* 403.6772 (2000): 853.
- Sala, Osvaldo E., et al. "Global biodiversity scenarios for the year 2100." *Science* 287.5459 (2000): 1770-1774

”

Acquista meno,  
scegli meglio,  
fai sì che duri.

”

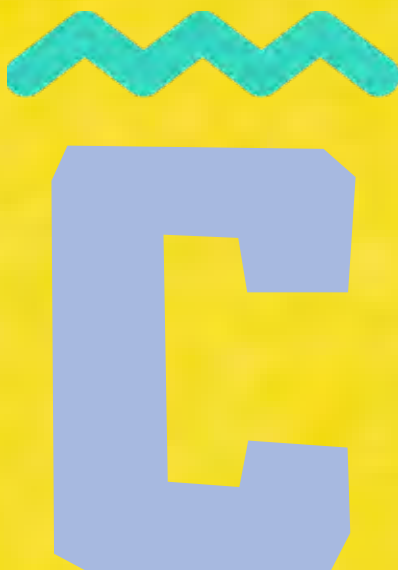
Vivienne Westwood

Stilista.

*Decalogo rivoluzionario*

# LESSICO *le* NUVOLE:

*le* parole del cambiamento climatico



# /Cambiamenti climatici/ Climate change

*ambito  
Generale*

*percorsi di lettura  
Ambientale  
Scoperta*

Con la locuzione “**cambiamento climatico**” ci si riferisce a un cambiamento dello stato del **clima** che persiste per un periodo di tempo prolungato (solitamente di decenni o più) e identificabile (per esempio, attraverso l'uso di test statistici) da cambiamenti della media e/o della variabilità delle sue proprietà.

Il cambiamento climatico può essere dovuto a processi naturali interni o a **forzanti** esterne di origine naturale, come le modulazioni dei cicli solari, le eruzioni vulcaniche, le variazioni nelle caratteristiche dell'orbita della Terra intorno al Sole e dell'asse di inclinazione, o antropica, come l'aumento dei gas serra in **atmosfera** derivanti dalle attività umane o i **cambiamenti nell'uso del suolo**.

Per capire se c'è stato, o è in corso, un cambiamento climatico occorre analizzare lunghe serie di dati e valutare se si sono verificati dei cambiamenti significativi nella distribuzione statistica, cioè nella media, nella variabilità o nei valori estremi delle variabili fondamentali che descrivono il clima, come ad esempio la temperatura dell'aria e le precipitazioni.

Domande come le seguenti si riferiscono alla sfera climatica: *La temperatura negli ultimi due-tre decenni è stata in media significativamente più alta (o più bassa) di quella di un ventennio-trentennio nel passato?*

*Negli ultimi decenni è cambiata la durata dei periodi in cui non piove, o l'intensità delle piogge estreme e delle ondate di calore, rispetto a quando i nostri nonni erano bambini?*

## *Bibliografia*

- IPCC, 2014: Annex II: Glossary [Mach, K.J., S. Planton and C. von Stechow (eds.)]. In: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 117-130.

- Parmesan, Camille, and Gary Yohe. "A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems." *Nature* 421.6918 (2003): 37.

- Thomas, Chris D., et al. "Extinction risk from climate change." *Nature* 427.6970 (2004): 145.

- Walther, Gian-Reto, et al. "Ecological responses to recent climate change." *Nature* 416.6879 (2002): 389.

## /Capacità di adattamento agli impatti del cambiamento climatico/ Adaptive and Coping capacity

---

### ambito

Ambientale / Sociologico

### percorsi di lettura

Mitigazione  
e adattamento  
Rischio

Questo lemma racchiude due interpretazioni leggermente diverse a livello definitorio, poiché nella lingua inglese si parla di *Adaptive capacity* e *Coping capacity*. La prima si riferisce all'abilità di un sistema di adattare la propria struttura e le proprie funzioni al **cambiamento climatico** nel lungo termine (azione ex-ante); la seconda riguarda la capacità del sistema, usando le risorse disponibili, di gestire le condizioni avverse e far fronte attivamente nel breve periodo alle conseguenze del cambiamento climatico (azione ex-post) per ridurre gli effetti di un evento pericoloso.

Nell'ambito disciplinare della pianificazione al cambiamento climatico si parla di capacità adattiva in termini di risposta agli impatti del cambiamento climatico, come abilità dei sistemi, delle istituzioni e delle persone, di adeguare le proprie caratteristiche in risposta a danni potenziali o rispondere alle conseguenze. Mentre la capacità di reazione (*coping capacity*) mira a mantenere il sistema e le funzioni per fronteggiare le condizioni avverse, la capacità adattiva (*adaptive capacity*) implica il cambiamento e richiede riorganizzazione dei processi.

La capacità adattiva può contribuire alla riduzione della vulnerabilità, mitigando l'effetto della **sensibilità** e rispondendo positivamente all'effetto di esposizione. Una buona **capacità di adattamento** (es. corretta gestione della risorsa idrica, piano di allerta della protezione civile, etc.) richiede un'interazione di molteplici processi socio-economici (finanziari, sociali, istituzionali, tecnologici e cognitivi) su diverse scale contribuendo ad anticipare, prevenire e ridurre i potenziali rischi attesi con il cambiamento climatico.



### *Bibliografia*

- CMCC, 2017. Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC). Prima stesura per la consultazione Pubblica. Documento elaborato da CMCC nell'ambito del Supporto tecnico-scientifico per il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) ai fini dell'Elaborazione del Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC); Italy.
- Cardona, O.D., M.K. van Aalst, J. Birkmann, M. Fordham, G. McGregor, R. Perez, R.S. Pulwarty, E.L.F. Schipper, and B.T. Sinh, 2012: Determinants of risk: exposure and vulnerability. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 65-108.
- Belcore, E.; Calvo, A.; Canessa, C.; Pezzoli, A. A Methodology for the Vulnerability Analysis of the Climate Change in the Oromia Region, Ethiopia. In *Renewing Local Planning to Face Climate Change in the Tropics*; Tiepolo, M., Pezzoli, A., Tarchiani, V., Eds.; Springer, Cambridge International Science Publishing: Great Abingdon, UK, 2017; pp. 73-102. ISBN 978-3-319-59095-0.
- Berman, R., Quinn, C., Paavola, J. The Role of Institutions in the Transformation of Coping Capacity to Sustainable Adaptive Capacity. *Environmental Development*, 2012; 2: 86-100.
- UN General Assembly (UNGA), 2016: Report of the Open-Ended Intergovernmental Expert Working Group on Indicators and Terminology Relating to Disaster Risk Reduction; United Nations General Assembly: New York, NY, USA.

## /Ciclo biogeochimico/ Biogeochemical cycle

### ambito

Chimico / Ambientale

### percorso di lettura

Scoperta

Il **ciclo biogeochimico** di una sostanza individua tutti i percorsi con i quali un elemento o un composto chimico si muove tra i comparti biotici (**biosfera**) e abiotici (**idrosfera, litosfera e atmosfera**) della Terra. I cicli biogeochimici possono essere trattati individuando serbatoi o *pool*, nei quali il composto o l'elemento si accumula (oceani, sedimenti, atmosfera, **pedosfera**), messi in contatto tra loro da interfacce attraverso le quali vi è un netto flusso di materia.

Tutti gli elementi tendono a circolare continuamente secondo precisi percorsi di trasformazione chimica che li portano a passare dall'ambiente agli organismi per poi ritornare di nuovo all'ambiente in modo ciclico e ripetitivo.

Il ricircolo di quei componenti inorganici che costituiscono elementi essenziali per la vita è definito come ciclizzazione dei nutrienti. Ciascun ciclo viene comunemente diviso in due diversi compartimenti o *poools*:

- *pool* di riserva: è la parte più ampia, meno reattiva e comunemente non biologica in cui avviene il deposito dell'elemento;
- *pool* di scambio: è comunemente la porzione più piccola, continuamente convertita e in continuo movimento tra organismi e ambiente.

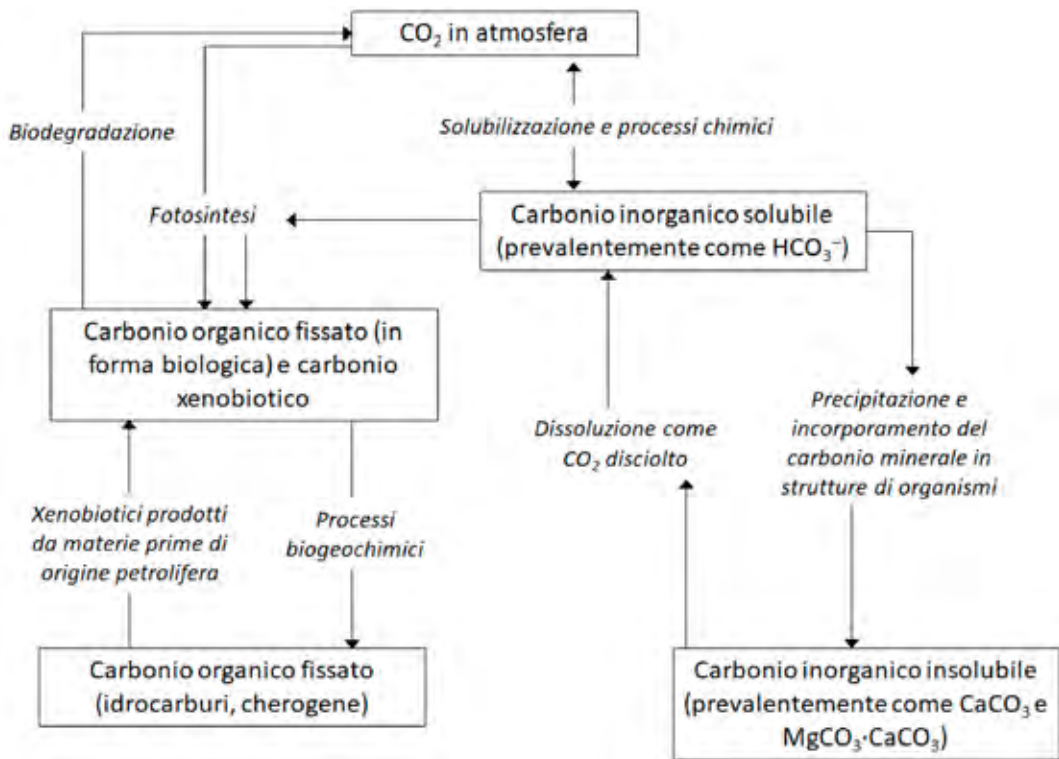
È da sottolineare il fatto che un atomo presente in un compartimento di riserva non è in una forma non disponibile in modo permanente, ma vi sono lenti flussi che portano allo scambio di materiale tra la sua forma non disponibile e quella disponibile.

Ponendo maggiore attenzione alla biosfera i cicli biogeochimici sono suddivisi in due gruppi fondamentali:

- cicli di tipo gassoso, le cui principali riserve sono l'atmosfera e l'**idrosfera** (oceani);
- cicli di tipo sedimentario, le cui principali riserve si trovano invece nella crosta terrestre.

Quest'ultima classificazione si basa sul fatto che alcuni cicli, quali quelli di azoto, carbonio e ossigeno, si autoristabiliscono velocemente dopo perturbazioni, grazie proprio alla possibilità di sfruttare le risorse presenti in oceani e/o in atmosfera. Cicli di questo tipo sono detti "ben tamponati". Si contrappongono a questi i cicli sedimentari, quali il ciclo del fosforo e del ferro, i quali, una volta perturbati, raggiungono nuovamente l'equilibrio solo dopo lunghi periodi, data la relativa immobilità ed inattività della

riserva. Dal punto di vista climatico riveste un ruolo fondamentale il ciclo biogeochimico del carbonio poiché dalle sue caratteristiche dipende la concentrazione di **diossido di carbonio** e la capacità del sistema Terra di compensare i forti rilasci di questo gas in atmosfera. Il carbonio presente come  $\text{CO}_2$  atmosferico costituisce una frazione relativamente piccola del carbonio totale, ma ha un ruolo centrale nel definire l'intensità dell'**effetto serra** terrestre.



Ciclo biogeochimico del carbonio (liberamente tratto da Stanley E. Manahan, 2000)

#### Bibliografia

- Basi di ecologia; E. P. Odum; PICCIN, Padova, 1988, pag. 152-160
- Stanley E. Manahan, Chimica dell'ambiente, Piccin, Padova, 2000
- Vincenzo Balzani, Margherita Venturi (2014) Energia, risorse, ambiente, Zanichelli, pag. 240

- Falkowski, P., Scholes, R.J., Boyle, E., Canadell, J., Canfield, D., Elser, J., Gruber, N., Hibbard, K., Hogberg, P., Linder, S., Mackenzie, F.T., Moore III, B., Pedersen, T., Rosenthal, Y., Seitzinger, S., Smetacek, V., Steffen, W., The global carbon cycle: A test of our knowledge of earth as a system, Science, 290, 5490, 2000, 291-296

## /Climate-change fiction, Cli-Fi fiction, Eco-fiction/

### ambito

Sociologico

### percorso di lettura

Percezione

#### Bibliografia

- Adeline Johns-Putra. Climate change in literature and literary studies: From cli-fi, climate change theater and ecopoetry to ecocriticism and climate change criticism. *WIREs Clim Change* 2016, 7:266–282.
- Adeline Johns Putra. *Climate Change and the Contemporary Novel*, Cambridge: Cambridge University Press, 2019.
- Axel Goodbody and Adeline Johns Putra (eds.). *Cli-Fi: A Companion*. Oxford, New York: Peter Lang, 2018.
- Adam Trexler. *Anthropocene Fictions. The Novel in a Time of Climate Change*. Charlottesville, VA: University of Virginia Press, 2015.

Con un certo ritardo rispetto ad altri ambiti, anche la letteratura e le arti hanno di recente accolto la sfida del **cambiamento climatico**, dando vita alla “**Cli-Fi**” o “**Climate-change fiction**”. Il termine è coniato nel 2011 dal blogger Daniel Bloom il quale, sfruttando l’assonanza con la “Sci-Fi” o “Science fiction” (fantascienza), fa rientrare in questo nuovo genere letterario tutte quelle opere di fantasia che, partendo da eventi reali o verisimili, si concentrano sulle complessità del cambiamento climatico qui inteso come ampio fenomeno culturale. Anche il concetto di fiction deve essere considerato in maniera non ortodossa, poiché alla narrativa si affiancano la poesia, l’arte, la cinematografia, le serie Tv e molte altre forme di narrazione e rappresentazione. Le prime prove attingono a vari generi – fantascienza, distopia, fantasy, thriller, avventura – e sono quasi sempre ambientate in un mondo post-apocalittico e pertanto in un futuro indistinto rispetto al momento della narrazione, riscuotendo per lo più grande consenso.

La Cli-Fi, in effetti, ha la capacità di tradurre il linguaggio e le formule della scienza, non sempre accessibili o appassionanti per il grande pubblico, in immagini ed emozioni, offrendo una visualizzazione dei fenomeni ambientali e favorendo una presa di coscienza.

Molti studiosi, tuttavia, hanno anche criticato questa produzione proprio per la prossimità al genere fantascientifico, la numerosità di inesattezze scientifiche e la predominanza di elementi distopici che allontanano nel tempo, piuttosto che avvicinare, il momento dell’azione individuale e collettiva. Tra i romanzi più significativi di questa prima fase ricordiamo *Stato di paura* di Michael Crichton, *Odds Against Tomorrow* di Nathaniel Rich, *Le stelle del cane* di Peter Heller, *Solar* di Ian McEwan.

Più di recente, alcuni ecocritici hanno sentito l’esigenza di proporre la denominazione “**Eco-fiction**” per designare una seconda fase, la cui produzione dimostra maggiore aderenza al reale e alla speculazione. Fra i tanti esempi: *La collina delle farfalle* di Barbara Kingsolver, *L’ultima profezia* di Liz Jensen e la trilogia di Margaret Atwood (*L’ultimo degli uomini*, *L’anno del diluvio* e *MaddAddam*).

**ambito**  
Fisico

**percorso di lettura**  
Clima e consumo

Il **clima** in senso stretto è definito come il tempo meteorologico medio o, in maniera più rigorosa, come la descrizione statistica in termini di media e variabilità di grandezze rilevanti come temperatura, precipitazione, umidità, intensità e direzione del vento e altre, effettuata in un arco di tempo che va da mesi a migliaia o milioni di anni. Il periodo classico per calcolare la media (in generale, la statistica) di queste variabili è trent'anni, secondo la definizione dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO - World Meteorological Organization).

Non bisogna confondere il clima con il tempo meteorologico, che è invece definito dai valori istantanei (o mediati su tempi molto brevi) delle principali variabili meteorologiche in una data località. Infatti, parliamo di clima solo se abbiamo raccolto dati sul tempo meteorologico per molti anni consecutivi, perché questo permette di "farsi un'idea" sulle condizioni "tipiche" del tempo in una data regione e in un dato periodo dell'anno.

In senso più ampio e generale, il clima è lo stato del **sistema climatico** (inclusa la relativa descrizione statistica), ovvero di quel sistema dinamico e complesso in cui componenti diverse - l'**atmosfera**, gli oceani, i ghiacci marini e terrestri, gli esseri viventi animali e vegetali, il suolo - interagiscono continuamente su una moltitudine di scale spaziali e temporali tutte interconnesse.

## /Combustibili fossili/ Fossil fuels

### ambito

Chimico

### percorsi di lettura

Clima e consumo,  
Mitigazione  
e adattamento

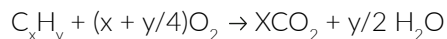
Composti combustibili generati in strati profondi della crosta terrestre dalla decomposizione anaerobica, attivata da condizioni di pressione estremamente elevate, di depositi vegetali.

Tali processi avvengono su scale temporali che spaziano dai milioni alle centinaia di milioni di anni. Il generico termine combustibile sta ad indicare un composto chimico in grado di essere ossidato (principalmente dall'ossigeno atmosferico) producendo **energia** di tipo termico.

I **combustibili fossili** sono principalmente formati da carbonio e idrogeno, in rapporti differenti a secondo della natura del combustibile e della sua origine geologica. Combustibili fossili possono anche contenere composti minoritari quali ossigeno, azoto e zolfo.

Principali prodotti della **combustione** di combustibili fossili in aria sono l'acqua e il **diossido di carbonio** (CO<sub>2</sub>). Combustioni in regime di scarsa presenza di ossigeno possono portare a prodotti alternativi quali monossido di carbonio e frazioni non completamente ossidate dei composti reagenti.

Generica reazione di combustione di un idrocarburo:



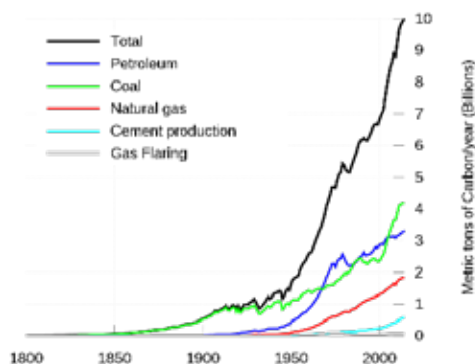
I combustibili fossili sono principalmente classificati in funzione del loro stato di aggregazione in:

- **Gas naturale:** miscela di idrocarburi leggeri, gassosi a temperatura e pressione atmosferica, costituita principalmente da metano (CH<sub>4</sub>) e idrocarburi più pesanti quali etano (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>), propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) e butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>).
- **Petrolio:** complessa miscela di migliaia di idrocarburi, principalmente alcani lineari, ramificati e ciclici, liquidi in condizioni ambientali.
- **Carbone:** complessa miscela di composti solidi il cui principale componente è carbonio in fase grafite. A secondo della loro composizione, generalmente legata alla loro età geologica e al loro grado via via crescente di grafitizzazione, i carboni vengono classificati in torbe, ligniti, litantraci e antraciti.

Allo scopo di essere utilizzati come combustibili in processi energetici, i combustibili fossili possono subire processi industriali più o meno complessi finalizzati tra l'altro alla rimozione di componenti minoritari dannosi per l'ambiente (ad esempio la rimozione dello zolfo dai petroli è essenziale per limitare l'emissione nei processi combustivi di anidride solforosa, la quale provoca la formazione di acidi minerali in atmosfera e conseguente **acidificazione** delle piogge). In particolare, vista la complessità composizionale dei petroli, questi sono la materia prima di complessi processi industriali, propri dell'industria petrolchimica e condotti in impianti chimici noti come raffinerie, in grado di produrre combustibili con specifiche caratteristiche tecnologiche e quindi adatti ad essere utilizzati in contesti differenti. Un esempio è la produzione di benzina (caratterizzata da forte proprietà antidetonanti, alto numero di ottano) per motori a combustione basati su ciclo Otto e gasolio (meno volatile rispetto alle benzine e caratterizzato da forte proprietà detonanti, basso numero di ottano) utilizzata in cicli Diesel.

Le caratteristiche principali che rendono particolarmente complessa la sostituzione dei combustibili fossili con vettori energetici differenti (es. idrogeno) sono l'elevata densità energetica, il loro facile trasporto, la loro relativa facilità di immagazzinamento e il loro basso costo.

I combustibili fossili rappresentano inoltre un irrinunciabile bacino di materie prime per l'industria chimica, la quale è in grado, attraverso una complessa filiera di trasformazioni, di produrre composti chimici importanti per la vita dell'uomo (monomeri per la produzione di plastiche, farmaci e tessuti sono solo alcuni esempi).



Emissione globale di carbonio fossile per tipo di combustibile, dal 1800 al 2007. Nota: il carbonio rappresenta solo il 27% della massa di CO<sub>2</sub>.

Fonte: Wikipedia

#### Bibliografia

- Jack G. Calvert, Glossary of Atmospheric Chemistry Terms, Pure & App. Chem., Vol. 62, No. 11, pp. 2167-2219, 1990
- Colin Baird, Michael Cann, Chimica Ambientale, Zanichelli, Bologna, 2014, pag. 768
- Nathan S. Lewis and Daniel G. Nocera, Powering the planet: Chemical challenges in solar energy utilization, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Vol. 103, No. 43 (Oct. 24, 2006), pp. 15729-15735
- Dresselhaus, I. L. Thomas, Alternative energy technologies, Nature, 414, 6861, 2001, 332-337
- Nicola Armaroli, Vincenzo Balzani, The Future of Energy Supply: Challenges and Opportunities, Angew. Chem. Int. Ed. 2007, 46, 52-66

## /Combustione/ Combustion

### ambito

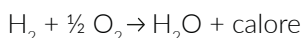
Chimico

### percorso di lettura

Clima e consumo

Con il termine **combustione** si intende una reazione chimica di ossidoriduzione (nella quale cioè vi è un netto passaggio di elettroni fra i reagenti) esotermica (che rilascia cioè **energia** sotto forma di calore) nella quale un combustibile (riducente) viene ossidato da parte di un ossidante (tipicamente l'ossigeno atmosferico). Una combustione, rilasciando quantità significative di calore, permette alla reazione stessa di automantenersi.

Tra i processi combustivi più semplici vi è l'ossidazione con ossigeno di idrogeno sfruttata per ottenere la spinta propulsiva necessaria per inviare in orbita razzi spaziali, la quale oltre a generare acqua come prodotto di reazione rilascia una significativa quantità di energia ( $242 \text{ kJ mol}^{-1}$ )



La combustione di composti organici (ad esempio **combustibili fossili**) porta non solo alla produzione di vapore acqueo come prodotto di ossidazione, ma anche a **diossido di carbonio** ( $\text{CO}_2$ ). Se la reazione è condotta in deficit di ossidante può portare alla solo parziale ossidazione del combustibile con formazione di sottoprodotti solo parzialmente ossidati.

Un classico esempio è la combustione non completa del combustibile all'interno dei motori a combustione interna che può portare al rilascio di particolato carbonioso nei fumi di scarico degli autoveicoli (**aerosol**).

Nel caso della combustione di composti solidi, la reazione di ossidazione riguarda non il combustibile solido tal quale, ma i suoi prodotti di pirolisi che iniziano a formarsi passando in fase gas una volta che il combustibile viene portato ad alte temperature.

I processi combustivi sono alla base di una frazione maggioritaria della produzione energetica mondiale. Nelle più comuni centrali termoelettriche l'ossidazione di un combustibile (principalmente gas naturale, petrolio o carbone) genera grandi quantità di calore utilizzate per riscaldare fino ad evaporazione dell'acqua, il vapore sviluppato viene quindi fatto espandere in una turbina dal cui movimento viene genera-



ta corrente elettrica. Processi combustivi sono poi alla base dei motori a combustione interna nei quali una miscela di combustibile (benzina, gasolio o gas combustibile) e aria bruciando generano prodotti gassosi (primariamente  $\text{CO}_2$  e acqua, ma anche altri indesiderati composti quali ossidi di azoto o prodotti di non completa ossidazione) che si espandono nella camera chiusa di un pistone generando il suo movimento.

Dal punto di vista chimico una combustione è un processo complesso basato su una reattività tipicamente radicalica, ovvero caratterizzata dalla presenza di molecole aventi elettroni spaiati. Le energie di attivazione del processo sono spesso relativamente alte richiedendo perciò un input energetico affinché il processo si possa attivare e quindi automantenere visto il suo carattere fortemente endoergonico.



#### Bibliografia

- R.W.Walker, C.Morley, Chapter 1 Basic chemistry of combustion, Comprehensive Chemical Kinetics, Volume 35, 1997, Pages 1-124,
- William C. Gardiner Jr., Combustion Chemistry, Springer-Verlag New York Inc. 1984, Springer, New York, NY, <https://doi.org/10.1007/978-1-4684-0186-8>

## /Consumo/ Consumption

**ambito**

Sociologico

**percorsi di lettura**

Ambientale,  
clima e consumo

Il **consumo** è per definizione un processo di **adattamento** della specie umana alle mutevoli condizioni ambientali e sociali: senza consumo non vi è riproduzione, evoluzione, cambiamento ma nemmeno conservazione, ripetizione, stabilità. Come sosteneva Marx, “Come una società non può smettere di consumare, così non può smettere di produrre. Quindi ogni processo sociale di **produzione**, considerato in un nesso continuo e nel fluire costante del suo rinnovarsi, è insieme processo di riproduzione” (Marx, *Il capitale*, vol. I, p. 621) e di consumo.

Trattandosi di un processo indispensabile per tutti i sistemi viventi, il consumo non dovrebbe creare così tante problematiche. Tuttavia esso è la causa dei **cambiamenti climatici**. Ogni attività implica il “consumo di natura” ossia di materia ed **energia**, e tale energia, che si tratti di energia endosomatica o esosomatica, proviene dalla natura (o meglio dal Sole) trasformandosi in differenti *carriers* (vettori) materiali: petrolio, carbone, gas, ma anche biomassa, vento, maree. La **combustione** di fonti fossili genera gas climalteranti che ad alte concentrazioni incrementano l'**effetto serra** naturale, dando origine al moderno **riscaldamento globale** del pianeta.

Il fattore critico è che nell'attuale sistema economico il consumo di energia e materia, pur essendo un'attività universale e transtorica, tende a crescere continuamente per produrre beni di consumo e generare profitti economici.

Il fatto che il “consumo di natura” si dipani sulla base dei principi dell'economia capitalista in società sempre più complesse, lo trasforma in qualcosa di molto diverso dal semplice processo riproduttivo e metabolico, che rimane purtuttavia il suo principale obiettivo. La continuità storico-biologica della specie umana e dei suoi membri, garantita nel tempo da un sistema complesso di attività e pratiche di produzione, distribuzione, utilizzo e scarto di oggetti, si trasforma in attività tese principalmente al guadagno economico che rimuovono sistematicamente ogni limite fisico ed umano all'aumento del consumo e quindi della produzione. Quando il processo di riproduzione bio-sociale non riconosce

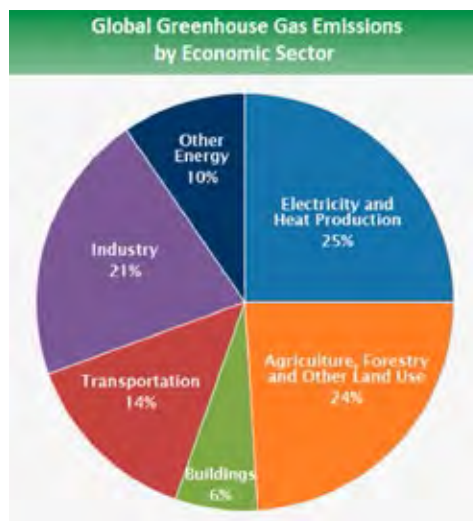
più limiti sociali e naturali al suo divenire, quando la materialità delle nostre vite dipende da quanti beni abbiamo a disposizione, quando si pensa che la prosperità economica e il benessere sociale aumentino con l'aumentare del consumo, abbiamo già definito l'insieme di cause alla base del cambiamento climatico.

Il consumo che contribuisce al riscaldamento globale è quello richiesto dai processi di estrazione di materie prime ed altra energia, che viene poi spesa nei processi allargati di produzione, circolazione e consumo di beni finali.

In questa interdipendenza di produzione e consumo sta probabilmente la principale moderna spiegazione del cambiamento climatico: senza consumo non vi è produzione, senza consumo, esaurimento, distruzione di materia, energia e beni finali non vi sono opportunità per la produzione (crescente) di merci. Consumo e produzione non vanno dunque trattati come mondi separati, inconciliabili, addirittura antagonisti, ma come due insiemi di processi e di attività che sono strettamente interdipendenti, e spesso, come nel caso del "consumo di natura", indistinguibili. Ovviamente il consumo finale di molti beni da parte dei consumatori non genera direttamente **gas serra**. Piuttosto è il consumo di energia fossile nel processo di produzione, o l'allevamento dei bovini – e non il consumo di una bistecca – che genera gas serra. Purtroppo, il driver della produzione di beni è il consumo di questi beni, e quanto più si consumano e più rapidamente, tanto più occorre produrne.

D'altra parte, il consumo, proprio perché organizzato collettivamente e gestito da grandi organizzazioni, è una causa delle emissioni di gas serra. Il trasporto, la circolazione, la distribuzione e la vendita al dettaglio delle merci implica un costante e crescente consumo di energia e di suolo, e perciò di emissioni.

Peraltro, la separazione di produzione e consumo pone il problema della valutazione dell'impatto delle varie attività sulle emissioni di gas serra e quindi sul cambiamento climatico. Normalmente i settori di consumo presi in considerazione per valutare i loro impatti sulle emissioni globali sono quelli riportati nel grafico seguente.



Fonte: IPCC (2014); grafico basato sulle emissioni globali calcolate dal 2010.

Dettagli su 'Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change'.

## /Correnti oceaniche/ Ocean currents

### ambito

Fisico

### percorso di lettura

Scoperta

In oceanografia la **corrente oceanica** (o **corrente marina**) è una massa di acqua marina in movimento rispetto all'acqua che la circonda e dalla quale si può differenziare per densità, salinità, temperatura o colore.

L'insieme delle correnti oceaniche dà vita alla circolazione termoalina, ossia la circolazione oceanica regolata da due importanti fattori quali la differenza di densità dell'acqua (a sua volta in funzione di temperatura e salinità) e il vento.

Vi sono vari tipi di correnti marine, classificate in base a diversi aspetti:

- processo formativo (correnti di gradiente, correnti di deriva);
- distanza dal fondale (correnti di superficie, di profondità media e profondità abissali);
- temperatura media interna: calde, correnti superficiali che vanno dall'equatore ai poli; fredde, correnti superficiali che vanno dai poli all'equatore;
- tipo di flusso: orizzontali, correnti che si spostano parallelamente alla superficie; verticali, correnti che si spostano perpendicolarmente alla superficie.

### Bibliografia

- Goldstein, R. M., H. A. Zebker, and T. P. Barnett. "Remote sensing of ocean currents." *Science* 246.4935 (1989): 1282-1285.
- Hoegh-Guldberg, Ove, and John F. Bruno. "The impact of climate change on the world's marine ecosystems." *Science* 328.5985 (2010): 1523-1528.
- Rahmstorf, Stefan. "Thermohaline circulation: The current climate." *Nature* 421.6924 (2003): 699.
- Toggweiler, J. R., and Joel Russell. "Ocean circulation in a warming climate." *Nature* 451.7176 (2008): 286.

Le correnti che vanno dall'equatore ai poli trasportano anche aria calda, come la corrente del Golfo. Le correnti che vanno dai poli all'equatore mitigano le fasce intertropicali. Questo tipo di correnti, la cui origine è essenzialmente termoalina, non va confuso con le correnti costiere, la cui genesi è dovuta principalmente al vento e al moto ondoso.

Le correnti marine hanno una notevole importanza anche nella **biosfera**, poiché:

- condizionano il **clima** (le correnti calde lo rendono più mite, le correnti fredde favoriscono la desertificazione);
- contribuiscono alla diffusione delle specie vegetali e animali (trasportando semi e uova di animali a volte anche da un continente all'altro);
- trasportano il plancton (che è alla base della catena alimentare e viene seguito da molti pesci, da cui deriva la pescosità di alcuni mari).



Potrei sopravvivere alla  
scomparsa di tutte le  
cattedrali del mondo, non  
potrei mai sopravvivere alla  
scomparsa del bosco che  
vedo ogni mattina dalla  
mia finestra.



*Ermanno Olmi*

Regista, sceneggiatore e scrittore.  
*Tutti i santi giorni* di Michele Serra

# LESSICO *le* NUVOLE:

*le parole del cambiamento climatico*



## /Deforestazione/ Deforestation

ambito  
Ambientale

percorso di lettura  
Ambientale

La **deforestazione o disboscamento** è la riduzione delle aree forestali della Terra in gran parte imputabile al **cambio d'uso del suolo** e pressione antropica sulle risorse naturali che hanno innescato l'**Antropocene**. Il passaggio da aree boschive a superfici per l'attività agricolo-zootecnica o cave per l'estrazione mineraria o l'espansione di insediamenti umani, così come selvicoltura di rapina (pratica che mira a massimizzare il prelievo delle specie migliori dal punto di vista delle caratteristiche dendrometriche destabilizzando la dinamica evolutiva del popolamento forestale e la sua **resistenza e resilienza** ai disturbi e ai **cambiamenti climatici**) o tagli nei confronti di specie legnose rare che provocano degrado (*forest degradation*), parimenti a prelievi della risorsa legnosa superiori alle capacità di incremento medio su una data superficie non tenendo conto della capacità di rinnovazione della specie e delle caratteristiche stagionali ed ecologiche su cui l'area forestale insiste, possono dunque determinare nel tempo processi di deforestazione.

La deforestazione è spesso associata ad una gestione a taglio raso volta alla conversione di vaste superfici da bosco ad altre destinazioni d'**uso del suolo**, ne è un esempio la pratica agricola dello *slash and burn* - taglia e brucia - per ottenere una temporanea fertilizzazione delle neo-superfici agricole e pascolive così ottenute. Un esempio tipico di tale pratica avviene in Amazonia, Africa in particolare Congo (principalmente per il prelievo massiccio di legna da ardere come **combustibile** e a fenomeni di agricoltura di sussistenza). Le ragioni della deforestazione sono numerose e spesso articolate e non ascrivibili in taluni casi alla filiera del legno, fra le ragioni principali del disboscamento (termine che indica la perdita di superficie forestale senza adottare una gestione selvicolturale sostenibile basata su principi scientifici dell'ecologia forestale, dell'assetamento e della dendrometria) vi è, come detto in precedenza, l'attività agricolo-zootecnica, l'attività estrattiva, l'espansione delle aree urbane e industriali (anche in Europa e Nord America, es. nelle pianure attraverso il consumo di suolo), l'incremento

demografico, la produzione di carta e, più in generale, la pressione dell'essere umano sulle risorse naturali e ambienti naturaliformi. Le aree maggiormente interessate da questo fenomeno sono le foreste primarie pluviali del Sud America, Asia ed Africa. In particolare gli *hotspot* si localizzano in Amazzonia, Indonesia, Malesia, Congo e Centro Africa.

A livello globale le foreste occupano poco più del 30% delle terre emerse e svolgono una funzione fondamentale nella regolazione degli ecosistemi e più in generale come **driver** nel **sistema climatico** e per il **microclima**. Assieme alla **biodiversità**, di cui gli alberi fanno parte, sono ottimi bioindicatori e sono un elemento imprescindibile per la vita sulla Terra. Sono i principali produttori primari e grazie all'attività fotosintetica svolta da tutti i vegetali e dal fitoplancton negli oceani (**idrosfera**) permettono di sottrarre, immagazzinare e stoccare l'**anidride carbonica** dall'**atmosfera** alla **pedosfera** svolgendo un ruolo chiave non solo nel ciclo del carbonio e in alcuni **cicli biogeochimici** ma, anche, nella **mitigazione** e **adattamento** ai cambiamenti climatici. Le foreste inoltre assolvono ad una miriade di **servizi ecosistemici** e sono riserve di biodiversità e sono la fonte di sussistenza primaria per buona popolazione mondiale. Occorre non dimenticare come politiche e fenomeni di deforestazione hanno impatti socio-ambientali notevoli. Tra le conseguenze prodotte dalla deforestazione si annoverano: l'emissione di gas a **effetto serra**, l'erosione di biodiversità, le minacce alle culture indigene, le alterazioni del ciclo dell'acqua anche a grande distanza (**bilancio idrologico**), alla diminuzione dei servizi ecosistemici dalla protezione nei confronti di fenomeni di dissesto idrogeologico ed erosione del suolo, passando per lo svago, la purificazione

dell'acqua e dell'aria, la produzione di ossigeno e prodotti utili e molto altro come la fornitura ad esempio di piante medicinali (come quelle di nuova scoperta botanica) sempre più necessarie per sintetizzare farmaci utili, in un momento storico in cui lo sfrenato **consumo** e uso indiscriminato di antibiotici, particolarmente evidente nelle produzioni animali, ha determinato fenomeni di antibiotico resistenza. Tutti servizi delle foreste e boschi, che nella più parte dei casi, vengono considerati esternalità dal sistema economico, ma nel caso in cui siano quantificati e stimati, seppur spesso con grande difficoltà, hanno valori economici ed incidenze enormi.

Ogni anno la FAO (Organizzazione Mondiale sul Cibo e l'Agricoltura) redige grazie al contributo di tecnici, in particolare Scienziati Forestali e Ambientali ed Agronomi di tutto il mondo, il report sullo stato delle foreste mondiali. Il tema centrale dell'edizione dell'ultimo report è il legame esistente tra gestione forestale sostenibile e raggiungimento degli Obiettivi di sviluppo sostenibile (SDGs), individuati un paio di anni fa nell'ambito della definizione dell'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile.

Nel rapporto vengono riportati numeri e fatti che testimoniano come le foreste siano in grado di contribuire al raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile relativi a: mezzi di sussistenza e sicurezza alimentare; accesso a **energia** a prezzi accessibili; consumo e produzione sostenibili; mitigazione dei cambiamenti climatici; gestione forestale sostenibile etc. Tra i principali dati che emergono, si evidenzia il fatto che le foreste da sole siano in grado di garantire circa il 20% dei redditi alle famiglie che abitano nelle zone rurali dei paesi in via di sviluppo.



Un altro punto chiave evidenziato nel rapporto è che dagli alberi arriva il 40% dell'**energia rinnovabile** del mondo intero: un valore pari a quelli di solare, eolico e idroelettrico sommati tra loro che sono la chiave della **transizione energetica**. Nel rapporto si parla, oltre agli aspetti legati all'Obiettivo 15 ("Proteggere, ripristinare e favorire un uso sostenibile dell'ecosistema terrestre") anche di produzione di legno e certificazione forestale, individuata come strumento in grado di rispondere specificatamente all'Obiettivo 12 ("Consumo e produzione sostenibile").

Infatti, dal report si evince che settore della lavorazione del legno ha compiuto importanti progressi nell'aumentare l'efficienza di utilizzo del legno. Sebbene la produzione di pannelli di legno e segatura sia cresciuta dell'8,2% ogni anno tra il 2000 e il 2015, ciò ha richiesto solo una crescita dell'1,9% in termini di input da tonnage industriale. Nel frattempo, il consumo pro capite di pannelli è cresciuto dell'80%, mentre il consumo di segatura è rimasto statico. Sono stati inoltre ridotti i rifiuti nel settore cartario (uno dei più impattanti a livello sia ambientale sia di gestione sostenibile delle risorse forestali), con un raddoppio del tasso di recupero della carta dal 24,6% nel 1970 al 56,1% nel 2015. Ultimo (ma non ultimo in termini di importanza) il dato sulla quota di prodotti in legno certificati PEFC e FSC che è arrivata a rappresentare circa il 38% della produzione mondiale di tonnage industriale nel 2016. In estrema sintesi: l'Amazzonia ha una superficie comparabile all'Unione Europea, e ogni anno si registrano migliaia di fuochi. Ogni anno tra (luglio-ottobre) i satelliti rilevano molti incendi nel bacino amazzonico. Il 99% di questi incendi ha origine antropica.

Le immagini satellitari multispettrali, Earth Observation Data mostrano che a bruciare sono le zone di margine della foresta, al confine con i campi coltivati e i pascoli o le aree comunque utilizzate dall'uomo (e spesso deforestate in tempi recenti). La foresta amazzonica, data la sua estensione tramite l'evaporazione dagli alberi regola in modo significativo la **meteorologia** sulla sua area, in particolare la formazione di nubi e precipitazioni. Se incendi e deforestazione arriveranno a riguardare il 25%-40% di questo sistema forestale (al momento intorno al 15%), l'ecosistema non sarà più in grado di regolare il proprio clima e potrebbe in tempi brevi trasformarsi in una savana (come era già 55 milioni di anni fa), rilasciando enormi quantità di anidride carbonica nell'atmosfera con effetti notevoli sulla biodiversità e l'uomo.

La carne è uno dei principali prodotti di esportazione dal Brasile, e l'Italia è uno dei principali importatori (30.000 tonnellate/anno - soprattutto per carni lavorate di bassa qualità). Un accordo commerciale UE-Mercosur firmato nel 2019 facilita l'importazione di altre 100.000 tonnellate di carne bovina all'anno dal sudamerica all'Europa ed è oggetto di una interrogazione al Parlamento Europeo di Coldiretti, che teme la concorrenza sleale nei confronti delle carni italiane. Gli animali in Italia non sono allevati su terreni sottratti alle foreste primarie, tuttavia spesso sono alimentati con la soia proveniente dal sudamerica, responsabile di deforestazione (soprattutto pollo, maiale e carni trasformate). Studi dimostrano come come l'UE (in cui molti paesi Italia inclusa per altro caratterizzati da un aumento della superficie forestale, con boschi non gestiti

per mancanza di convenienza economica e scarsità di investimenti nel settore) è stata indirettamente responsabile di 9 milioni di ettari di deforestazione nel mondo nel periodo 1990-2008 mediante il consumo di prodotti ottenuti grazie a disboscamento (soia, carne, olio di palma).

In merito a quale condotta adottare per tentare di risolvere il problema, le azioni più efficaci sono quelle collettive e politiche. Occorre affidarsi a scienziati forestali e fare pressione per modificare le abitudini alimentari, i meccanismi di importazione, e allineare la spesa pubblica al reale valore delle cose: quanto viene destinato alla cooperazione ambientale? Quanto invece a sostenere i consumi domestici di prodotti responsabili di deforestazione? Il primo passo (necessario non sufficiente) può certamente essere a livello personale: accettare la sfida della complessità e cercare di capire da dove proviene e che conseguenze ha ciò che consumiamo.



Immagine multispettrale RGB di uno dei tanti incendi adottati come tecnica agricola per disboscare e cambiare la destinazione d'uso del suolo. Credit: Planet Team (2017). Planet Application Program Interface: In Space for Life on Earth. San Francisco, CA. <https://api.planet.com>.

### Bibliografia

- The State of the World's Forests 2018, FAO <http://www.fao.org/3/19535EN/i9535en.pdf>
- Song, Xiao-Peng, et al. "Global land change from 1982 to 2016." *Nature* 560.7720 (2018): 639.
- Hansen, Matthew C., et al. "High-resolution global maps of 21st-century forest cover change." *Science* 342.6160 (2013): 850-853.
- Grassi, Giacomo. "La deforestazione nascosta dell'Amazzonia." *Forest@Journal of Silviculture and Forest Ecology* 2.4 (2005): 319.
- Bonan, Gordon B. "Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests." *science* 320.5882 (2008): 1444-1449.
- Kulakowski, D., Vacchiano G., et al. "A walk on the wild side: disturbance dynamics and the conservation and management of European mountain forest ecosystems." *Forest ecology and management* 388 (2017): 120-131.

*ambito  
Ambientale*

*percorso di lettura  
Rischio*

Il **disastro** descrive gravi alterazioni del normale funzionamento di una comunità o società a causa di eventi rischiosi che interagiscono, quindi, con le condizioni di **vulnerabilità, esposizione** e capacità adattiva del sistema colpito. Le conseguenze derivanti dal disastro possono essere impatti o perdite umane, materiali, economiche e ambientali, e si tratta di effetti immediati e localizzati. I danni da disastro sono misurabili in unità fisiche (es. chilometri quadrati di case) e descrivono la distruzione parziale o totale verificata nell'area.

*Bibliografia*

- UN General Assembly (UNGA), 2016: Report of the Open-Ended Intergovernmental Expert Working Group on Indicators and Terminology Relating to Disaster Risk Reduction; United Nations General Assembly: New York, NY, USA.
- Cardona, O.D. et al., 2012: Determinants of risk: exposure and vulnerability. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 65-108.
- Belcore, E.; Calvo, A.; Canessa, C.; Pezzoli, A. A Methodology for the Vulnerability Analysis of the Climate Change in the Oromia Region, Ethiopia. Springer, Cambridge International Science Publishing: Great Abingdon, UK, 2017; pp. 73-102. ISBN 978-3-319-59095-0.

## /Driver/ Drivers

### ambito

Fisico

### percorso di lettura

Scoperta

Fattori fisico-chimici che regolano l'evoluzione del **sistema climatico**. Tali agenti di cambiamento climatico possono essere naturali o antropici, come i gas a **effetto serra** prodotti dalle attività umane (industria, agricoltura, trasporti, settore residenziale, ecc.). La loro azione si produce nell'alterazione del **bilancio energetico** del sistema **atmosfera-Terra** attraverso la variazione del rapporto tra la radiazione solare in entrata e la radiazione infrarossa uscente (questo bilancio radiativo regola la temperatura superficiale terrestre). L'effetto dell'azione di ogni **driver** (o gruppi di drivers) sull'equilibrio radiativo si misura generalmente in termini di una grandezza definita **forzante radiativo (forcing)**.

### Bibliografia

- IPCC, 2014: Annex II: Glossary [Mach, K.J., S. Planton and C. von Stechow (eds.)]. In: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 117-130.
- Booth, Ben BB, et al. "Aerosols implicated as a prime driver of twentieth-century North Atlantic climate variability." *Nature* 484.7393 (2012): 228.
- Theisen, Ole Magnus, Nils Petter Gleditsch, and Halvard Buhaug. "Is climate change a driver of armed conflict?" *Climatic change* 117.3 (2013): 613-625.
- Anagnostou, Eleni, et al. "Changing atmospheric CO<sub>2</sub> concentration was the primary driver of early Cenozoic climate." *Nature* 533.7603 (2016): 380.



Nulla si crea,  
nulla si distrugge,  
tutto si trasforma.



Antoine-Laurent  
de Lavoisier

Chimico.

Citato in Histoire et Dictionnaire  
de la Révolution Française

# LESSICO *le* NUVOLE:

*le parole del cambiamento climatico*

# E



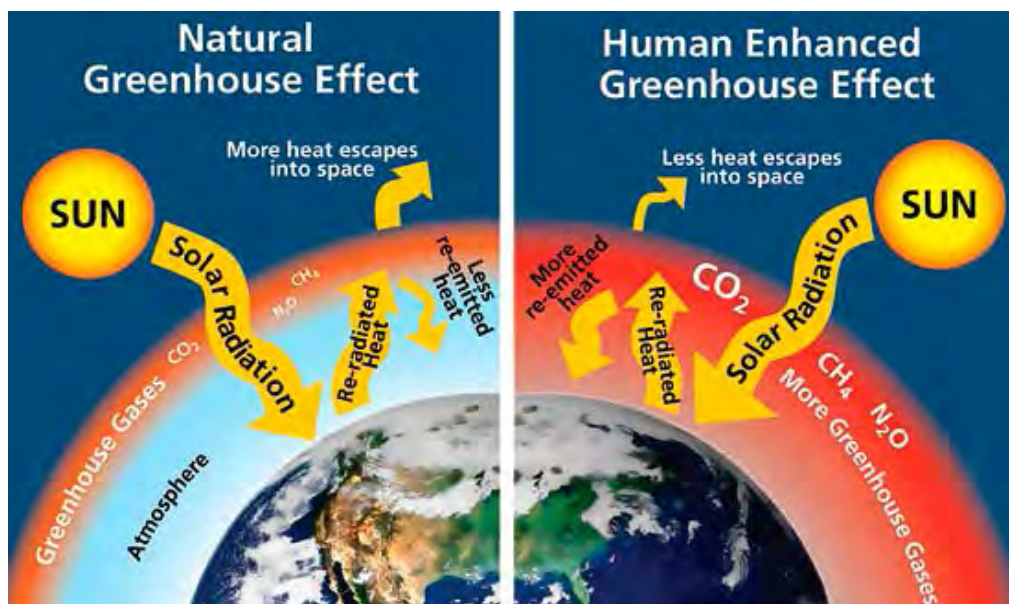
## /Effetto serra/ Greenhouse effect

ambito  
Fisico

percorso di lettura  
Scoperta

L'effetto serra è il fenomeno di **riscaldamento globale** del nostro pianeta dovuto alla presenza di alcuni gas nell'**atmosfera** terrestre. In particolare modo, **anidride carbonica** ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) e vapore acqueo ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

Grazie all'effetto serra naturale il **clima** sulla Terra è ospitale per la vita e la temperatura media si attesta intorno ai  $15^\circ\text{C}$ . Se non ci fosse l'effetto serra, la temperatura media del nostro pianeta sarebbe pari a  $-18^\circ\text{C}$ , molto inferiore al punto di congelamento dell'acqua e le condizioni di vita sarebbero proibitive per gran parte delle specie viventi. I **gas serra** presenti nell'atmosfera terrestre filtrano le radiazioni solari più nocive per la salute umana e ostacolano l'uscita delle radiazioni infrarosse. I raggi solari sono in parte riflessi verso l'alto dalla crosta terrestre, in parte sono assorbiti dalla Terra e riemessi verso l'alto sotto forma di raggi infrarossi (IR) ossia di calore. Successivamente una parte dei raggi infrarossi rimbalza di nuovo verso il basso, grazie alla presenza dei gas serra in atmosfera. In questo modo il calore del pianeta non si disperde del tutto nello spazio e la temperatura media sulla Terra è più alta.



Rappresentazione schematica dell'effetto serra. Fonte: EPA

## /Energia/ Energy

### ambito

Fisico

### percorso di lettura

Clima e consumo,  
Scoperta

Dal punto di vista fisico l'**energia** è la capacità di un sistema di compiere lavoro; non si crea né si distrugge, ma si trasforma. L'unità di misura dell'energia è il joule (simbolo: J), chiamata così in onore di James Prescott Joule e dei suoi esperimenti sull'equivalente meccanico del calore.

Un joule equivale a 1 Newton X 1 Metro.

La parola energia deriva dal tardo latino *energĭa*, a sua volta dal greco 'energheia', usata da Aristotele nel senso di azione efficace, composta da 'en,' particella intensiva, ed 'ergon', capacità di agire.

L'energia esiste in varie forme, ognuna delle quali possiede una propria equazione dell'energia. Alcune delle più comuni forme di energia sono le seguenti:

- energia meccanica
- energia cinetica
- energia potenziale
- energia termica
- energia elettrica
- energia chimica
- energia nucleare

L'origine principale di energia che viene trasformata è quella del Sole che trasforma l'energia proveniente dall'idrogeno, di cui è composto, in energia radiante e luminosa. L'energia solare accumulata dalle piante e dagli animali nelle trasformazioni di fissazione del carbonio, si è depositata nelle ere geologiche in giacimenti fossili di carbone, gas naturale e petrolio.

L'uso indiscriminato dell'energia fossile, accumulata in migliaia di anni mediante processi lentissimi e non replicabili, sta portando ad un rapido ed inarrestabile depauperamento delle risorse con la conseguenza che verso l'anno 2020 i giacimenti di petrolio potrebbero prosciugarsi completamente. Inoltre l'uso dei **combustibili fossili** produce **anidride carbonica** che immessa nell'ambiente aumenta l'**effetto serra** con aumento costante della temperatura e conseguenze disastrose nel lungo periodo.

Nel duplice tentativo di migliorare le condizioni ambientali del pianeta e di far fronte alla ormai imminente scarsità dei combustibili fossili, si stanno sperimentando con discreto successo fonti alternative di energia, pulite ed inesauribili. Tali fonti rinnovabili si basano sull'energia solare, sull'energia termica contenuta all'interno della Terra e sull'energia gravitazionale accumulata dai movimenti del pianeta.



*Bibliografia*

- CMCC, 2017. Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC).

*ambito  
Sociologico*

Dal Sole è possibile derivare accumuli d'acqua per produrre energia idroelettrica, il vento per l'energia eolica, l'irraggiamento per l'energia fotovoltaica, solare termica e termodinamica e, per il tramite della fotosintesi clorofilliana, energia dalle biomasse. Dal calore contenuto all'interno della Terra è possibile produrre energia geotermica. Dall'energia gravitazionale (interazione Terra-Luna) è possibile produrre energia dalle maree.

Un'altra fonte di energia pulita, ancora in fase di studio, è quella derivante dalla fusione dell'idrogeno, ma gli sviluppi applicativi ancora appaiono lontani.

Con l'obiettivo di ridurre l'effetto serra, molti Stati hanno siglato vari accordi, impegnandosi almeno formalmente a finanziare la ricerca e lo sviluppo delle energie rinnovabili.

Il nostro 'vivere insieme' è profondamente radicato e organizzato attorno a grandi concentrazioni di **energia** e materie prime che supportano e assorbono volumi crescenti di attività. Anche le civiltà o le culture dell'umanità possono essere considerate una forma o un'organizzazione di energia.

Questa osservazione, secondo cui le società o le 'forme di esistenza umana' e le loro differenze e poteri 'sono' organizzazioni o forme di energia potrebbe sembrare banale; tuttavia ha conseguenze radicali per la teoria sociale e per una nuova lettura delle dinamiche in corso del capitalismo globale.

L'economia globale dipende dall'energia ai fini della creazione di valore, della massimizzazione del profitto e dell'accumulazione di capitale, tuttavia, questo regime materiale ed energetico sembra essere completamente, e sempre più, insostenibile.

L'orizzonte che emerge a causa della crisi ecologica causata principalmente dall'uso di energia da **combustibili fossili** (da cui: **cambiamenti climatici**, alterazione del ciclo dell'azoto, riduzione della **biodiversità**, picco dell'energia fossile, picco delle materie prime) presenta elementi cruciali e problematici per la dinamica del sistema terrestre, per il sistema ecologico globale e per l'accumulazione capitalista globale.

L'aumento del consumo di energia fossile per produrre i beni da consumare genera i gas climalteranti che mettono in moto il cambiamento climatico; questo aumento ha diverse cause: l'aumento della **produzione** di beni, l'aumento della produttività del lavoro umano, l'aumento della produttività dei terreni agricoli, l'aumento della mobilità globale e dei mezzi di mobilità delle persone e delle merci (auto, aerei, treni, navi).

## /Environmental Humanities (Studi umanistici ambientali)

ambito  
Sociologico

percorsi di lettura  
Percezione,  
Studio

### Bibliografia

- Ursula K. Heise, Jon Christensen, Michelle Niemann (a cura di), *The Routledge Companion to the Environmental Humanities*, New York: Routledge 2017.
- Deborah Bird Rose, et al., "Thinking Through the Environment, Unsettling the Humanities" *Environmental Humanities*, 2012, 1 (1): 1-5.
- Daniela Fargione e Carmen Concilio (a cura di). *Antropoceni. Storie, paesaggi, ecologie*. Bologna: Il Mulino, Percorsi, 2017.

Le **Environmental Humanities** (EH) o **Studi umanistici ambientali** sono un campo di studi interdisciplinare molto ampio, che si è originato in Australia agli inizi degli anni 2000 in concomitanza con l'emergere del concetto di "antropocene" e che ora è in rapida espansione in tutto il mondo. Sotto lo stesso ombrello concettuale troviamo un ampio ventaglio di discipline umanistiche (ecocritica, geografia culturale, linguistica, storia e filosofia ambientali, studi di genere e media, etc.) raggruppate con l'intento di promuovere un dialogo tra vari approcci e metodi di ricerca nel tentativo di rispondere alle diverse sfide ambientali globali.

È ormai evidente che le cosiddette "scienze dure" da sole non sono in grado di affrontare le problematiche ambientali più cogenti. Risulta necessaria, pertanto, una vera e propria rivalutazione del ruolo degli studi umanistici, capaci di promuovere ambiti di ricerca innovativi e favorire una mappatura di terreni comuni alle scienze all'interno di orizzonti globali.

Recenti narrazioni e rappresentazioni artistiche hanno messo in evidenza l'intersezionalità degli studi umanistici, economici e politici applicati ai **cambiamenti climatici**, dimostrando come le discipline umanistiche non siano più limitate a singole prospettive e modelli culturali, bensì coinvolte in un sistema complesso di pollinazione incrociata.

La *conditio sine qua non* delle EH, pertanto, è la ri-concettualizzazione dell'umano e di tutte quelle pratiche che più volte nella Storia si sono declinate secondo modalità di dominio sulla natura e sulle risorse naturali. Studi innovativi di antropologia umana e animale, per esempio, hanno contribuito ad analizzare le relazioni interspecie. Il falso "eccezionalismo" umano, nato dal presupposto che gli esseri umani possano sussistere da soli, ha perpetuato per secoli la falsa dicotomia di natura e cultura, alimentando un'ideologia imperialistica del pianeta.

Solo attraverso un metodo discorsivo e critico non antropocentrico e con nuove forme di *network* globali si potranno generare alleanze e favorire prassi ecologiche sostenibili, ovvero una partecipazione attiva di tutti gli agenti della società attraverso una presa di coscienza – materiale e simbolica – che il nostro pianeta è uno spazio domestico, un *oikos* naturale pervaso da forze più che umane che agiscono insieme all'elemento umano in varie forme di interdipendenza.

## /Esposizione/ Exposure

---

*ambito  
Ambientale*

*percorso di lettura  
Rischio*

Tale lemma rappresenta gli elementi o il “valore” che potrebbero essere soggetti a impatti negativi, perché situate in aree di **pericolo** climatico.

Gli elementi esposti ai pericoli si riferiscono alla presenza di persone, infrastrutture, edifici, ecosistemi, specie, servizi e risorse sociali, economiche e culturali.

L'esposizione è dinamica, poiché varia attraverso diverse scale temporali e spaziali, e dipende da fattori economici, sociali, culturali, demografici, istituzionali e ambientali che caratterizzano un determinato sistema esposto. L'esposizione è una determinante necessaria di rischio, ma non sufficiente, poiché è possibile essere esposti ma non vulnerabili (per esempio vivendo in un'area a pericolo alluvionale ma avere i mezzi per modificare la struttura degli edifici per mitigare le potenziali perdite). Ciò nonostante, per essere vulnerabile a un **evento estremo**, è necessario essere anche esposto.

## /Evento meteorologico estremo/ Extreme meteorological event

### ambito

Fisico / Ambientale

### percorsi di lettura

Percezione

### Bibliografia

- IPCC, 2001: Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edited by J. T. Houghton et al. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Easterling, G. A. Meehl, C. Parmesan, S. A. Changnon, T. R. Karl, and L. O. Mearns, (2000). Climate extremes: Observations, modeling and impacts. *Science*, 289:2068–2074.
- Wisner, B., P. Blaikie, T. Cannon, and I. Davis. (2004). *At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters*. 2nd edition. New York: Routledge.

Gli **eventi meteorologici estremi** sono condizioni che si discostano dalle caratteristiche medie tipiche di un certo luogo e possono interessare in misura variabile il sistema socio-economico, quello fisico e biologico.

Nonostante esistano varie descrizioni possibili di evento meteorologico estremo, esso può essere definito come un "valore" meteorologico molto grande o molto piccolo che si realizza raramente.

Secondo l'**IPCC** (2001, p.790), all'interno della sua distribuzione esso è più raro del suo 10mo o 90mo percentile.

Inoltre, generalmente l'evento estremo è collegato a notevoli danni economico-sociali (Easterling et al., 2000).

Esempi ne sono: i picchi di temperatura o le **ondate estreme di calore**, gli uragani/tifoni, le tempeste di vento, le "bombe d'acqua" e le precipitazioni estremamente intense.

Sebbene la loro intensità e frequenza siano cresciute nel tempo (Wisner et al., 2004), data la loro rarità rimane difficile studiarli e prevederli anche se ad oggi vi sono numerose ricerche attive in proposito.



L'evento meteorologico estremo battezzato tempesta di Vaia nell'autunno 2018 ha colpito le Alpi centro orientali provocando migliaia di ettari di schianti da vento nei boschi di Veneto, Trentino Alto Adige, Lombardia e Friuli Venezia Giulia tra cui anche il mitico bosco dei violini di Stradivari.

Foto: nimbus.it

”

Soprattutto nella tecnologia  
abbiamo bisogno di cambia-  
menti rivoluzionari, non  
di incrementare l'esistente.

”

LARRY PAGE

Fondatore di Google.  
Intervista sull'Huffington Post

# LESSICO *le* NUVOLE:

*le* parole del cambiamento climatico

# F



## /Fonti di Energia Rinnovabile/ Renewable Energy Sources

**ambito**  
Fisico / Ambientale

**percorso di lettura**  
Mitigazione  
e Adattamento

Sono **fonti di energia rinnovabile** (fonti di e. r.) quelle fonti di energia non soggette a esaurimento; il loro sviluppo è indiscutibilmente una delle componenti fondamentali di ogni strategia politica tesa a raggiungere la minimizzazione globale degli impatti ambientali associati al funzionamento ottimale dei sistemi energetici. La sicurezza ambientale aumenta utilizzando una fonte di e. r. disponibile sul territorio e consentendo di sostituire fonti non rinnovabili e per lo più importate. Tuttavia per alcuni usi (in particolare la produzione di elettricità), la scarsa disponibilità delle risorse rinnovabili può limitare le possibilità di sostituzione; occorre quindi prestare particolare attenzione alla ricerca di una ragionevole integrazione tra e. r. e non rinnovabili.

Per quanto riguarda la minimizzazione degli impatti ambientali, invece, tutti gli studi comparativi sugli effetti delle diverse filiere energetiche mostrano che quelli legati alle fonti rinnovabili sono significativamente inferiori alle compromissioni ambientali delle non rinnovabili.

Nonostante gli effetti globalmente positivi, alcuni progetti di sfruttamento delle rinnovabili vengono talvolta rifiutati a livello locale, in ragione di determinati tipi di impatto sull'ambiente.

Lo sviluppo delle fonti rinnovabili sembra per lo più non partecipare all'obiettivo della competitività. I costi di **produzione** e la fruibilità delle e. r. da parte dei consumatori sono, nella maggior parte dei casi, più elevati di quelli delle filiere tradizionali. Questa mancanza di competitività, per alcune fonti rinnovabili, è legata alle loro specificità (insufficiente maturità tecnica, elevati costi finanziari in conseguenza dell'intensità di capitali per gli investimenti, etc.). Tuttavia, in diversi casi, la scarsa competitività deriva direttamente dalla mancata internalizzazione, tra i costi delle altre fonti energetiche, delle loro esternalità ambientali negative

L'Agenzia Internazionale dell'Energia - International Energy Agency (IEA) - include in questa categoria: l'energia solare, l'energia eolica, l'energia geotermica, l'energia da biomassa (scarti agricoli-zootecnici e biomasse forestali), l'energia idroelettrica, l'energia che sfrutta il **moto-onduoso**.

In maniera più semplice possiamo indicare come Fonti Rinnovabili di Energia, tutte quelle Fonti che si contrappongono alle energie tradizionali ottenute da combustibili fossili sia perché potenzialmente illimitate, sia perché hanno un minore impatto sull'Ambiente.

### Bibliografia

- CMCC, 2017. Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC).

## /Forzante radiativo/ Radiative forcing

### ambito

Fisico

### percorsi di lettura

Scoperta, Studio

Il **forzante radiativo** misura la variazione del **bilancio energetico** terrestre causata da un singolo fattore in un certo intervallo di tempo, ad esempio l'emissione di una certa quantità di **gas serra**. I forzanti possono essere di origine naturale (variazione della radiazione solare, piccole variazioni dell'orbita terrestre, caduta di meteoriti, emissioni vulcaniche) oppure antropica (emissioni di gas serra e **aero-sol**, cambiamento di destinazione **d'uso dei suoli**). Essi sono espressi in  $W m^{-2}$ .

### Bibliografia

- Hansen, J., Mki Sato, and R. Ruedy. "Radiative forcing and climate response." *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 102.D6 (1997): 6831-6864.
- Shindell, Drew, and Greg Faluvegi. "Climate response to regional radiative forcing during the twentieth century." *Nature Geoscience* 2.4 (2009): 294.
- Ramanswamy, V., et al. "Radiative forcing of climate." (1991).





Vi è un chiaro legame tra la protezione della natura e l'edificazione di un ordine sociale giusto ed equo. Non vi può essere un rinnovamento del nostro rapporto con la natura senza un rinnovamento dell'umanità stessa.



*Papa Francesco*

Discorso in occasione dell'Incontro con le Autorità del Kenya e con il Corpo Diplomatico

# LESSICO *le* NUVOLE:

*le parole del cambiamento climatico*



## /GAS SERRA/ Greenhouse gases

*ambito*  
Chimico / Fisico

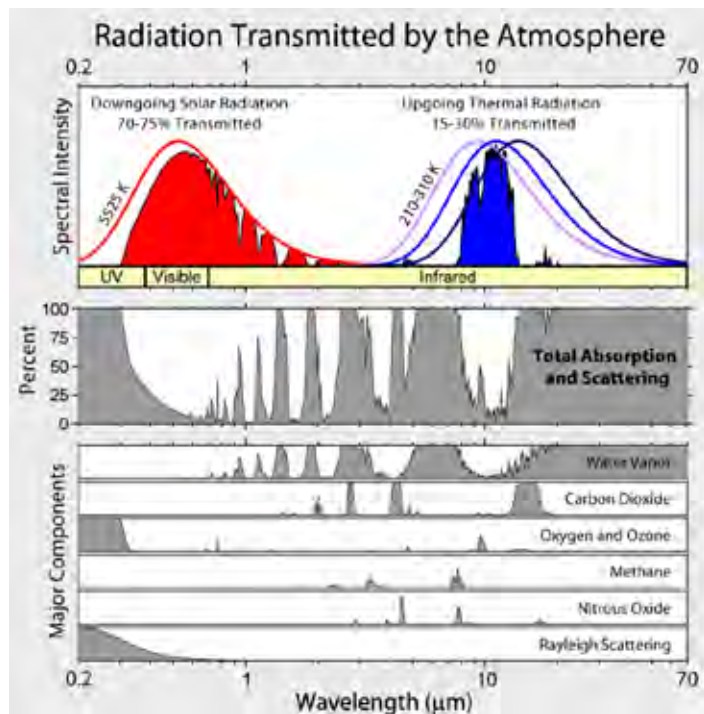
*percorso di lettura*  
Scoperta

I gas serra sono specie gassose presenti in **atmosfera** in grado di attivare il fenomeno noto come effetto serra. Questi gas, vista la loro struttura molecolare, sono in grado di assorbire radiazione IR termica (radiazione elettromagnetica infrarossa, avente lunghezza d'onda compresa fra 3 e 15  $\mu\text{m}$ ) rilasciata dalla superficie terrestre, non assorbendo invece la radiazione solare a lunghezze d'onda inferiore. L'**effetto serra** è un processo essenziale perché la vita possa esistere e persistere sulla Terra, senza di esso infatti la temperatura terrestre media sarebbe tale ( $-18^\circ\text{C}$ ) da impedire lo sviluppo di qualsivoglia forma di vita. In tal senso non è del tutto corretto identificare come effetto serra il fenomeno di accrescimento della temperatura media terrestre a seguito dell'incremento della concentrazione di gas serra in atmosfera, ma bisognerebbe più propriamente parlare di intensificazione dell'effetto serra.

I principali gas serra sono il vapore acqueo, il **diossido di carbonio**, il metano e l'ozono. Fatta eccezione per il vapore acqueo, il quale può essere presente anche a concentrazioni significative in atmosfera, i gas serra non sono costituenti maggioritari dell'atmosfera terrestre. Il loro contributo all'effetto serra è dato dalla combinazione della loro capacità di assorbire la radiazione IR emessa dalla superficie terrestre - in altri termini dal loro spettro di assorbimento - che è funzione della loro stessa struttura molecolare, e della loro concentrazione atmosferica.

La capacità per un gas di contribuire all'effetto serra viene valutato attraverso il cosiddetto Potenziale di Riscaldamento Serra più noto con il termine inglese *Global Warming Potential* (GWP). Il GWP assoluto indica la quantità di radiazione IR assorbita in un definito arco temporale, da qui la dipendenza di questo fattore anche dal tempo di residenza medio del composto in atmosfera, da parte di 1 kg di gas. Convenzionalmente si preferisce esprimere il GWP in termini relativi rispetto al diossido di carbonio al quale si attribuisce GWP unitario. In tal senso il GWP relativo esprime il numero di molecole di  $\text{CO}_2$  equivalenti in grado di fornire lo stesso effetto serra di una molecola del gas indagato. Alcuni composti alogenati, quali ad esempio alcuni clorofluorocarburi, hanno GWP migliaia di volte superiore rispetto al  $\text{CO}_2$  (ad

esempio su un arco temporale di 100 anni il tetrafluorometano -  $CF_4$  - ha un GWP pari a 6630 mentre l'esafluoruro di zolfo ( $SF_6$ ) ha un GWP di 23500). Si noti che i gas serra sono sia gas naturalmente presenti in atmosfera (la cui concentrazione media è o meno modificata dalle attività antropiche), sia composti di origine squisitamente antropica quali i sopra citati clorofluorocarburi, caratterizzati tra l'altro da un'elevata inerzia chimica anche in contesti fortemente reattivi quali l'atmosfera terrestre.



Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/Greenhouse\\_gas](https://en.wikipedia.org/wiki/Greenhouse_gas)

#### Bibliografia

- Gianbattista Restelli, Gianmaria Zanderighi, Chimica dell'atmosfera e dell'inquinamento atmosferico, Edizioni Unicopli, Milano, 2001, pag. 344
- J. R. Petit, J. Jouzel, D. Raynaud, N. I. Barkov, J.-M. Barnola, I. Basile, M. Bender, J. Chappellaz, M. Davisk, G. Delaygue, M. Delmotte, V. M. Kotly, Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica, Nature, 399, 6735, 1999, 429-436
- Imran Khan, Greenhouse gas emission accounting approaches in electricity generationsystems: A review, Atmospheric Environment 200 (2019) 131-141

## /Giustizia climatica/ Climate Justice

**ambito**  
Sociologico

**percorsi di lettura**  
Percezione,  
Mitigazione  
e adattamento

Il termine **giustizia climatica** viene impiegato per indicare che il **riscaldamento globale** costituisce una questione etica e politica e non puramente di natura ambientale o climatica. Ciò avviene collegando gli effetti dei **cambiamenti climatici** ai concetti di giustizia, in particolare di giustizia ambientale e di giustizia sociale, ed esaminando questioni quali l'uguaglianza, i diritti umani, i diritti collettivi e le responsabilità storiche per il cambiamento climatico.

Questione fondamentale della giustizia climatica è che coloro che subiscono le conseguenze più gravi del cambiamento climatico sono coloro che hanno contribuito in misura minore a crearlo.

Diverse le proteste pacifiche in tutto il mondo da movimenti come *Fridays For Future* a molti altri per chiedere un sistema politico-economico globale che cambi rotta e sia capace di mettere in cima alle priorità investimenti sull'ambiente, le **variazioni climatiche**, la sostenibilità.

### Bibliografia

- Shue, Henry. "Climate justice: Vulnerability and protection." Oxford University Press, USA, 2014.
- Meyer, Lukas H., and Dominic Roser. "Climate justice and historical emissions." *Critical review of international social and political philosophy* 13.1 (2010): 229-253.
- Goodman, James. "From global justice to climate justice? Justice ecologism in an era of global warming." *New Political Science* 31.4 (2009): 499-514.



Una protesta di attivisti per l'ambiente e clima a Washington DC negli USA, uno dei principali paesi con spiccato consumismo e principale produttore di gas serra mondiale con Cina e India. Foto: Reuters/Kevin Lamarque.

## /Glaciazioni ed ere glaciali/ Ice Age

---

**ambito**  
Ambientale

**percorso di lettura**  
Ambientale

Periodo climatico freddo (detto anche epoca glaciale) durante il quale si ha un'intensificazione dei fenomeni legati al glacialismo. Glaciazioni si sono verificate in diversi periodi della storia geologica della Terra.

Nel Precambriano sono state riconosciute quattro distinte glaciazioni: la Huroniana, compresa tra 2700 e 1800 milioni di anni fa; la Gnejsö, circa 910 milioni di anni fa; la Sturziana, 770 milioni di anni fa, e la glaciazione di Varanger, datata 615 milioni di anni fa.

Nel Fanerozoico i primi depositi glaciali, riscontrati in Sudafrica, vengono attribuiti all'Ordoviciano, circa 500 milioni di anni fa; successivamente, sempre nel Paleozoico, la glaciazione meglio conosciuta è quella Permo-Carbonifera (320-270 milioni di anni fa), che lasciò estesi depositi in tutto il Pangea.

Nel Mesozoico si verificarono alterne fasi di variazione climatica, che tuttavia non produssero glaciazione; mentre nel Cenozoico, a partire dal Miocene, si andò formando l'attuale calotta glaciale antartica. Nel Pliocene si sviluppò invece la calotta glaciale artica.

Il deterioramento climatico intervenuto alla fine del Cenozoico portò nel Quaternario (circa 2 milioni di anni fa) all'inizio dell'epoca glaciale più recente. Durante questo periodo si verificarono alterni periodi glaciali e interglaciali, registrati sia in Europa sia in America Settentrionale.

Nell'area alpina si distinguono fondamentalmente quattro periodi glaciali: dal più antico al più recente, Günz, Mindel, Riss e Würm, separati da periodi interglaciali più caldi. Si possono inoltre riconoscere due altri periodi glaciali precedenti al Günz, chiamati Donau e Biber.

Ogni glaciazione fu costituita da periodi di avanzamento dei ghiacciai (fasi stadiarie) separati da periodi di arretramento (fasi interstadiarie), caratterizzati da un **clima** più temperato.

Dopo la fine dell'ultima glaciazione (a partire da 20.000 anni fa) le condizioni climatiche migliorarono; tuttavia, in epoca protostorica e storica sono state riconosciute alcune importanti variazioni come l'optimum climatico postglaciale (intorno a 7000 anni fa), l'epoca climatica fredda (tra il 900 e il 300 a.C.), il periodo caldo del Medioevo (800-1200), la 'piccola età glaciale' (compresa tra il 1550 e il 1850), per terminare con il periodo caldo, che durò circa un secolo, tra il 1850 e il 1950.

Lo sviluppo di una glaciazione è legato a un fatto preminente, rappresentato dalle **variazioni climatiche**. Le cause legate a queste variazioni possono essere diverse e sono state ricercate in fenomeni sia prevalentemente terrestri (posizione dei continenti e degli oceani, inversione dei poli magnetici) sia di natura astronomica. Questi ultimi hanno comunque ricevuto un credito maggiore, soprattutto in considerazione dell'importanza dei cambiamenti legati alla radiazione solare.

Dal punto di vista geologico e stratigrafico gli effetti legati alle glaciazioni sono stati principalmente di due tipi: le variazioni del livello del mare (glacioeustasia), che hanno prodotto una ciclicità sedimentaria ad alta frequenza; la deformazione che il peso dei ghiacciai produceva sulla crosta terrestre (glacioisostasia), determinando fasi di abbassamento della crosta terrestre durante i periodi glaciali, mentre sollevamenti si verificarono durante e dopo la deglaciazione, in conseguenza della fusione dei ghiacciai.

A questo proposito, in Canada (Baia di Hudson) si sono calcolati sollevamenti che hanno raggiunto anche i 100 m/anno; gli stessi effetti si sono avuti anche in altre regioni, laddove lo spessore dei ghiacci era stato di notevole entità, come in Scandinavia, dove il sollevamento è ancora in atto, nella zona del Baltico e in Scozia.



Tramonto sullo Chaberton da Grangesises - Alpi Cozie. Foto: Gianni Latini





Non viviamo un solo  
giorno senza avere un  
impatto sul mondo circo-  
stante. Ogni azione fa la  
differenza, sta a te decidere  
quale tipo di differenza  
vuoi fare.



*Jane Goodall*

Etologa.  
*Mother Earth*

## LESSICO *le* NUVOLE:

*le parole del cambiamento climatico*



# /Impronta di carbonio/ Carbon footprint

ambito  
Ambientale

percorso di lettura  
Studio

L'**impronta di carbonio** (*carbon footprint* – CFP) è un indicatore quantitativo che si inserisce nella più ampia categoria delle impronte ambientali, utili a misurare il contributo delle attività umane al **cambiamento climatico** esprimendolo in termini di gas ad **effetto serra** emessi.

Nello specifico, l'impronta di carbonio stima la quantità totale di emissioni, dirette ed indirette, di gas ad effetto serra associate a un individuo, a un prodotto, a un servizio, a un evento, alle attività di un'organizzazione o di un'intera nazione.

Nel rispetto ai dettami del Protocollo di Kyoto i sei principali gas climalteranti che rientrano nel calcolo sono: il **diossido di carbonio** o **anidride carbonica** (CO<sub>2</sub>), il metano (CH<sub>4</sub>), il protossido d'azoto (N<sub>2</sub>O), l'esafluoruro di zolfo (SF<sub>6</sub>), gli idrofluorocarburi (HFCs) e i perfluorocarburi (PFCs). Date le differenti proprietà chimico-fisiche dei gas considerati, l'impronta di carbonio viene espressa in termini di CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e), un'unità di misura che permette di confrontare ed aggregare in maniera omogenea il contributo al cambiamento climatico proveniente da ogni specifico gas ad effetto serra.

La quantità di emissioni espressa in CO<sub>2</sub> equivalente si ottiene moltiplicando la massa molecolare di un certo gas ad effetto serra per il suo Potenziale di Riscaldamento Globale (Global Warming Potential – GWP) relativo, un coefficiente calcolato dall'IPCC (vedi anche la definizione di anidride carbonica).

Tra le metodologie più comunemente utilizzate vi è il GHG Protocol, standard sviluppato a partire dagli anni 2000 dal World Resources Institute (WRI) e dal World Business Council for Sustainable Development (WBCSD); ai suoi esordi il GHG Protocol si è maggiormente focalizzato sulle organizzazioni ma ha poi ampliato il suo lavoro per fornire una guida per contabilizzare le emissioni di città, nazioni e anche di politiche.

Anche l'International Organization for Standardization (ISO) ha prodotto degli standard utili al calcolo dell'impronta

di carbonio delle organizzazioni (ISO-14064) e dei prodotti (ISO-14067).

Nel caso specifico del calcolo dell'impronta di carbonio di un prodotto fondamentale è il concetto di ciclo di vita: per riuscire ad ottenere un risultato significativo le emissioni dei gas climalteranti devono essere contabilizzate per tutte le fasi che scandiscono il ciclo di vita del prodotto oggetto d'analisi; devono rientrare quindi nel conteggio tutte le emissioni originatesi nelle fasi di acquisizione delle materie prime ed energia, di trasporto, di produzione, di consumo e fine vita.



Bibliografia  
- World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)/World Resources Institute (WRI). "Greenhouse Gas Protocol, Corporate Accounting and Reporting Standard", April 2004 and "GHG Protocol Corporate Value Chain (scope 3) Accounting and Reporting Standard", 2011. Available from: <https://ghgprotocol.org>

Totale delle emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e) per paese europeo nel 2015. Unità di misura; migliaia di tonnellate di CO<sub>2</sub>e.

## /Impronta ecologica/ Ecological footprint

---

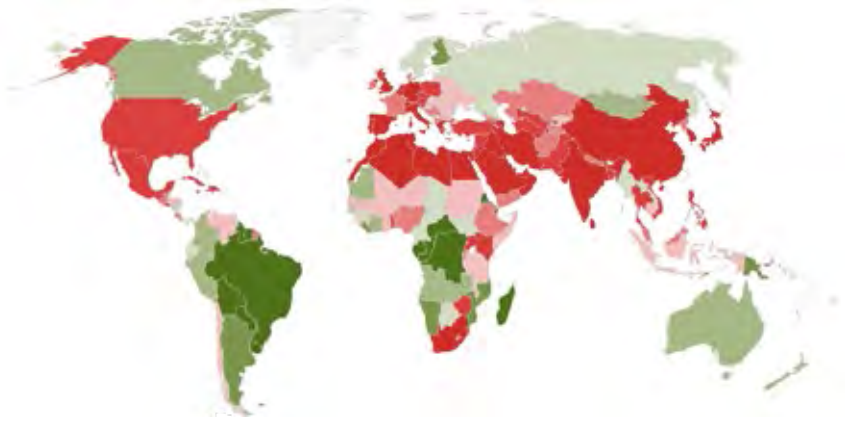
**ambito**  
Ambientale

**percorsi di lettura**  
Ambientale, Studio

Il concetto di **impronta ecologica** venne introdotto agli inizi degli anni '90 da William Rees e Mathis Wackernagel, successivamente autori del libro "Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth", del 1996.

L'impronta ecologica è un indicatore quantitativo complesso che stima la quantità di risorse ecologiche e **servizi ecosistemici** che una popolazione utilizza per soddisfare i propri bisogni, in termini di **consumo** di risorse e assorbimento di tutte le emissioni e i rifiuti prodotti dalla popolazione stessa per vivere. Questa stima è espressa calcolando la superficie di terreno produttivo corrispondente, in quanto quantifica l'area totale degli ecosistemi richiesta per produrre, direttamente ed indirettamente, in modo sostenibile, tutte le risorse consumate e per riassorbire, sempre in modo sostenibile, tutte le emissioni prodotte da quella popolazione. È focalizzata sui consumi, in quanto i terreni utilizzati per produrre i beni importati sono attribuiti al territorio che li importa e quelli utilizzati per produrre i beni esportati sono attribuiti al territorio esportatore.

Per la costruzione di questo indicatore, si considerano quindi le varie categorie di consumi o di rifiuti prodotti e si convertono in area di terreno biologicamente produttivo necessario per la loro produzione o smaltimento. Si distinguono sei tipologie di terreno: per energia, agricolo, a pascolo, a foreste, superficie marina e infine superficie degradata. I fattori di conversione rappresentano lo strumento atto ad effettuare questa operazione. Questi fattori indicano quanta superficie serve per produrre un bene e possono essere espressi in ha/unità di misura fisiche o in ha/unità di misura monetaria in base al tipo di bene consumato. In seguito si rendono necessari dei fattori di equivalenza per normalizzare le superfici precedentemente calcolate e ottenere così un unico valore dell'impatto di ogni singolo prodotto o servizio consumato, espresso in "ettaro globale".



Paesi che sono in deficit ecologico (in rosso) o che costituiscono una riserva ecologica (in verde).  
Fonte: Global Footprint Network - <http://data.footprintnetwork.org/>

Per interpretare il valore scaturito dal calcolo dell'impronta ecologica, è opportuno confrontare questa grandezza con un *valore benchmark* (di riferimento): la biocapacità, un indicatore dell'aggregato dei servizi ecosistemici erogati dagli ecosistemi locali, per definire se un territorio è in deficit o surplus ecologico. Nel caso in cui il valore dell'impronta ecologica risultasse maggiore rispetto al valore della biocapacità allora è possibile affermare che la popolazione alla quale è riferito il calcolo usufruisce di più di quanto il territorio è in grado di offrire per produrre le risorse naturali e assorbire le emissioni e i rifiuti e di conseguenza il territorio si trova in una situazione di deficit ecologico.

#### Bibliografia

- Bagliani M., Battaglia M., Ferlino F., Guarino E., 2012 "Atlante della contabilità ambientale del Piemonte: geografia e metabolismo dell'impronta ecologica", Edizioni IRES (scaricabile online: [http://www.ires.piemonte.it/pdf/ATLANTE\\_bassa.pdf](http://www.ires.piemonte.it/pdf/ATLANTE_bassa.pdf)).
- Wackernagel, M. and Rees, W.E., 1996, Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth. New Society Publishers, Gabriola Island. Non-english editions: L'impronta ecologica, Milan: Edizioni Ambiente, Milan and WWF Italia, Roma, 1996, 3rd revised edition 2004; Unser ökologischer Fußabdruck, adapted and improved German version, Birkhäuser, Basel, April 1997; Notre empreinte écologique, Les Éditions Écosociété, Montréal, ISBN 2-921561-43-3 1999)

## IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change/

*ambito  
Generale*

*percorso di lettura  
Studio*

L'**IPCC** (Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico) è il principale organismo internazionale per la valutazione dei **cambiamenti climatici**.

È stato istituito nel 1988 dalla World Meteorological Organization (WMO) e dall'United Nations Environment Program (UNEP) come uno sforzo da parte delle Nazioni Unite per fornire ai governi di tutto il mondo una chiara visione scientifica dello stato attuale delle conoscenze sul cambiamento climatico e sui suoi potenziali impatti ambientali e socio-economici.

È un organismo intergovernativo aperto a tutti i paesi membri delle Nazioni Unite (ONU) e del WMO. Attualmente 194 paesi sono membri dell'IPCC.

Il compito iniziale per l'IPCC, come indicato nell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite con la risoluzione 43/53 del 6 dicembre 1988, è stato quello di preparare una revisione globale sullo stato delle conoscenze scientifiche dei cambiamenti climatici, del loro impatto sociale ed economico, delle possibili strategie di risposta e degli elementi da inserire in una possibile futura convenzione internazionale sul **clima**.

L'IPCC passa in rassegna e valuta le più recenti informazioni scientifiche, tecniche e socio-economiche prodotte a livello mondiale per la comprensione dei cambiamenti climatici. Non effettua, direttamente, attività di ricerca né di controllo dei dati o dei parametri climatici ma la sua azione più importante è la revisione (*review*) dei dati prodotti dalla ricerca, promossa per garantire una valutazione oggettiva e completa di informazioni aggiornate.

Migliaia di scienziati di tutto il mondo contribuiscono al lavoro dell'IPCC, su base volontaria. I governi partecipano al processo di revisione e alle sessioni plenarie, in cui vengono prese le decisioni principali sul programma di lavoro dell'IPCC e le relazioni scientifiche sono accettate, adottate ed approvate.

Oggi il ruolo dell'IPCC è anche quello di valutare su una base globale, obiettiva, aperta e trasparente le informazioni scientifiche, tecniche e socio-economiche rilevanti per comprendere i rischi dei cambiamenti climatici indotti dall'uomo, i potenziali impatti e le opzioni di **adattamento** e **mitigazione**.

Il Second Assessment Report dell'IPCC del 1995 ha fornito un contributo chiave per l'adozione del Protocollo di Kyoto (1997) che attua la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC, Rio 1992).

L'IPCC ha, inoltre, prodotto diverse relazioni speciali su vari argomenti di crescente interesse e molti altri documenti e contributi ai progressi della scienza del cambiamento climatico.

Sito web di riferimento: <https://www.ipcc.ch>

#### *Bibliografia*

- IPCC, 2014: Annex II: Glossary [Mach, K.J., S. Planton and C. von Stechow (eds.)]. In: Climate Change 2014: Synthesis Report.
- CMCC, 2017. Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC). Prima stesura per la consultazione Pubblica. Documento elaborato da CMCC nell'ambito del Supporto tecnico-scientifico per il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) ai fini dell'Elaborazione del Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC).





La realtà è che nella  
meteorologia appena  
si esce dall'ovvio si entra  
nell'assurdamente  
complesso.



*Giovanni Badino*

Speleologo.

*Filosofia delle nuvole* di Luca Mercalli

## LESSICO *le* NUVOLE:

*le parole del cambiamento climatico*

M



# /Meteorologia/ Meteorology

**ambito**  
Fisico

**percorso di lettura**  
Studio

In un'accezione generale, scienza che studia l'**atmosfera** terrestre e i fenomeni di varia natura (dinamici, termodinamici, ottici, elettrici, etc.) che in essa si verificano.

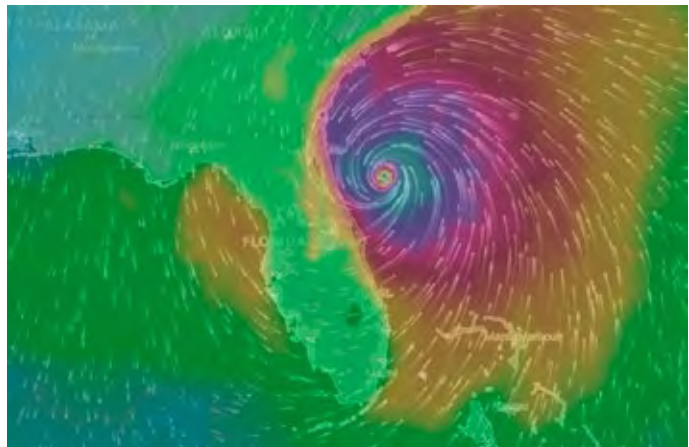
Con significato più ristretto, settore dell'aerofisica che si occupa dei fenomeni dinamici e termodinamici dell'atmosfera (movimenti di masse d'aria, precipitazioni, venti, etc.), limitatamente alle regioni più vicine al suolo; in particolare la meteorologia descrittiva, che si occupa dell'osservazione, descrizione e classificazione dei fenomeni meteorologici (nubi, venti, precipitazioni), avvalendosi anche di mezzi tecnici quali il radar, i radiogoniometri, etc.

Si distinguono poi altre branche della **meteorologia** che hanno scopi, metodi e strumenti specifici.

La meteorologia fisica e dinamica, che studia le trasformazioni dell'atmosfera nelle loro cause, nel loro prodursi e nelle loro conseguenze, costituendo la principale base scientifica per la previsione del tempo; la meteorologia statistica, che elabora statisticamente tutte le osservazioni fornite dalle altre branche della meteorologia, tendendo a dare una completa descrizione del comportamento di una località in una data situazione; la meteorologia sinottica, che, attraverso l'osservazione simultanea di numerose stazioni e, più recentemente, l'analisi dei dati forniti dai satelliti artificiali stazionari ed eliosincroni (es. METEOSAT e MODIS), segue l'evoluzione dei fenomeni su scala sia regionale sia continentale; infine la meteorologia prognostica, che, sui dati della meteorologia sinottica, elabora le previsioni del tempo.

## Bibliografia

- Giuliacci, Mario, Andrea Giuliacci, and Paolo Corazzon, eds. *Manuale di meteorologia*. Alpha Test, 2010.
- Kappenberger, Giovanni, and Jochen Kerkmann. *Il tempo in montagna: manuale di meteorologia alpina*. Zanichelli, 1997.
- Giuffrida, Alfio, and Girolamo Sansosti. *Manuale di meteorologia. Una guida alla comprensione dei fenomeni atmosferici e climatici*. Gremese Editore, 2006.



Modello previsionale GFS sulla circolazione delle masse d'aria.

# /Microclima e Isola urbana di calore/ Micro-climate and Urban heat island

---

## *ambito*

*Fisico*

*Sociologico*

## *percorso di lettura*

*Mitigazione*

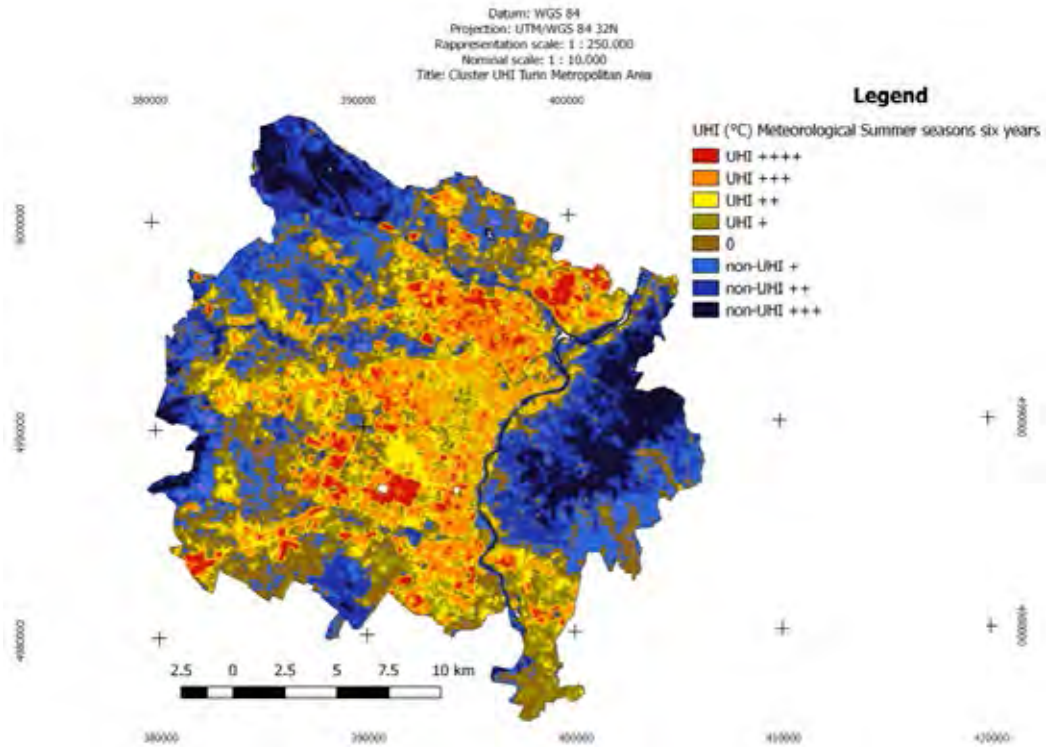
*e adattamento*

Il **microclima** urbano fa riferimento alle variazioni di **clima** nell'ambiente tipico delle città e delle aree urbane. Questo fenomeno avviene a causa di vari fattori, ad esempio per l'aumento delle attività umane, per lo stoccaggio del calore da parte del costruito, per assenza di ventilazione, per la presenza di coperture vegetative, etc. Le geometrie urbane degli spazi aperti possono essere i principali parametri responsabili per la variazione dei microclimi nelle città.

Un fenomeno caratterizzante di questo contesto è quello della formazione delle **isole di calore** (UHI). Tale fenomeno si riferisce allo sviluppo di un incremento della temperatura dell'aria nelle zone centrali della città (maggiormente costruite), rispetto alle aree circostanti o rurali.

Le geometrie urbane e i materiali di costruzione possono influire sull'aumento o sulla diminuzione delle temperature, sulla velocità e l'intensità del vento, sull'irraggiamento, l'albedo, ecc.

Le conseguenze delle isole di calore si possono definire positive o negative a seconda della macro-area climatica in cui è situata la città. In città con clima rigido e stagioni molto fredde, si può o parlare di benefici e *comfort* termico negli spazi aperti; per città con clima caldo e umido, si verifica l'aumento dello stress termico associato al *discomfort* termico, aggravato particolarmente quando il microclima urbano mantiene temperature elevate anche durante le ore notturne.



Cartografia delle isole di calore sulla città metropolitana di Torino a partire da una serie multitemporale di dati satellitari (Immagini multispettrali sottoposte a calibrazione e validazione a partire dagli EO data Landsat 8 TIRS dal 2013 al 2018) considerando le diverse estati meteorologiche. Le aree in colore caldo indicano la presenza di isole di calore a forte intensità con differenze di temperature rispetto alle zone a colori freddi anche di diversi gradi centigradi (Credits: doi: 10.1117/12.2533110).

### Bibliografia

- Ren, C. E. Y. Ng; Katschnner, L. 2011. Urban climatic map studies: A review. *Int. J. Climatology*, 31, 2213–2233.
- T. Orusa, E. Borgogno Mondino, "Landsat 8 thermal data to support urban management and planning in the climate change era: a case study in Torino area, NW Italy," *Proc. SPIE 11157, Remote Sensing Technologies and Applications in Urban Environments IV*, 111570O (2 October 2019); doi: 10.1117/12.2533110
- Stewart, I.D.; Oke, T.R. 2012. Local climate zones for urban temperature studies. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93 (12) (2012), pp. 1879-1900. 10.1175/BAMS-D-11-00019.1.

## /Mitigazione/ Mitigation

---

### **ambito**

Ambientale  
Sociologico

### **percorso di lettura**

Mitigazione  
e adattamento

Nelle attività di **mitigazione** dei **cambiamenti climatici** sono comprese tutte le azioni volte alla riduzione delle concentrazioni di gas a **effetto serra** nell'**atmosfera**.

Tali azioni includono quelle che intendono operare 'a monte', ovvero quelle volte a ridurre le emissioni di gas a effetto serra, e quelle che operano 'a valle', ovvero sul sequestro dei gas a effetto serra fuoriusciti da un processo produttivo (tramite misure di cattura e sequestro del carbonio) o presenti in atmosfera (tramite, ad esempio, misure di riforestazione).

Tra le azioni del primo tipo rientrano quelle finalizzate alla riduzione della domanda e/o della produzione di **energia**, soprattutto se proveniente da fonti non rinnovabili (petrolio, gas naturale, carbone) e quelle finalizzate alla riduzione della domanda e/o della produzione di beni, merci e servizi, soprattutto se ad alta intensità emissiva di gas a effetto serra (es. carne bovina, trasporti aerei).

Le politiche di mitigazione puntano a eliminare, o comunque ridurre, le cause del cambiamento climatico.

### *Bibliografia*

-Giddens, A. (2015). La politica del cambiamento climatico. Il Saggiatore. Milano.

## /Modello climatico/ Climatic model

**ambito**

Fisico

**percorso di lettura**

Studio

Un **modello climatico** è la rappresentazione numerica del **sistema climatico** basata sulle proprietà fisiche, chimiche e biologiche delle sue componenti, sulle loro interazioni e processi di feedback (**retroazioni**), tenendo in considerazione alcune delle loro proprietà conosciute.

Il modello del sistema Terra è un modello di circolazione generale accoppiato atmosfera-oceano, che include la rappresentazione del ciclo del carbonio e consente di calcolare in modo interattivo le emissioni di **anidride carbonica** o di altri gas ad **effetto serra** nell'**atmosfera**. Possono essere incluse ulteriori componenti (quali ad es. la chimica dell'atmosfera, le calotte di ghiaccio, la dinamica della vegetazione, il ciclo dell'azoto, ma anche modelli urbani o integrativi).

Una proiezione climatica è invece la risposta simulata del sistema climatico a uno scenario di emissioni future o di concentrazione di **gas serra** e **aerosol**, generalmente ricavata utilizzando i modelli climatici.

Gli **scenari climatici** sono elaborati mediante modelli climatici ipotizzando la futura evoluzione delle emissioni di gas a effetto serra. Per le regioni montane a complessa orografia, vengono utilizzati modelli ad alta risoluzione spaziale.

### ***Come funzionano i modelli climatici?***

Un modello numerico è un sistema di formule e algoritmi fisico-matematici, che descrivono le interazioni nel sistema climatico terrestre in modo semplificato. I modelli climatici hanno una struttura simile a quella dei modelli utilizzati per le previsioni meteorologiche. Essi non si limitano tuttavia a descrivere lo strato inferiore dell'atmosfera, dove avvengono i processi meteorologici, ma simulano anche le **correnti oceaniche** e in parte pure le interazioni con la neve, il ghiaccio e la vegetazione. Grazie ai modelli climatici e a calcolatori di elevata potenza (supercomputer), è possibile simulare, passo dopo passo, come evolverà il clima in futuro partendo dal **clima** attuale.

Ciò consente di determinare gli effetti delle emissioni di gas serra sul clima. I modelli globali mostrano come potrebbe cambiare in generale il clima a livello mondiale. Tuttavia, la loro risoluzione spaziale è troppo grossolana per determinare il clima locale di una regione come il Piemonte e la Valle d'Aosta. A tale scopo si impiegano per le diverse parti della Terra dei modelli climatici regionali. Ad oggi i risultati sono disponibili con una risoluzione spaziale compresa fra 12 e 50 chilometri.

Con l'aiuto di metodi statistici la risoluzione spaziale dei risultati può essere ulteriormente affinata: se sono disponibili serie di misura pluriennali attendibili, è possibile elaborare gli scenari per le località in cui si effettuano le misure meteorologiche o addirittura elaborare carte dettagliate con una distanza orizzontale fra i punti di griglia di due chilometri (ad esempio, per la temperatura e le precipitazioni, incrociando serie di dati telerilevati da satellite con dati di stazioni a terra).

### ***Cosa sono le incertezze?***

Nonostante questa risoluzione relativamente elevata gli effetti su aree ristrette non possono essere risolti in modo esplicito, come ad esempio l'influsso dell'orografia montana sui venti, i processi di scambio su scala locale tra il suolo e l'atmosfera o l'influsso locale delle nubi sulla radiazione. Questi effetti devono essere descritti in modo semplificato sulla base di dati empirici. Questa descrizione varia da un modello all'altro e questa è una delle principali ragioni per cui modelli diversi forniscono proiezioni climatiche diverse.

Per tenere conto di queste incertezze, è prassi corrente valutare congiun-

tamente diversi modelli climatici regionali e globali. L'analisi di diverse simulazioni consente di valutare le incertezze connesse agli scenari climatici.

Oltre alle incertezze del modello vi sono anche quelle naturali. Nonostante il clima costituisca il tempo meteorologico medio su una scala convenzionale di 30 anni, esso è soggetto a variazioni naturali. Le grandezze climatiche come la temperatura e le precipitazioni possono variare sensibilmente in modo naturale nel corso dei decenni.

Gli scenari climatici costituiscono una stima dello stato del clima del futuro. Ciò include sia la tendenza sul lungo periodo dovuta alle emissioni di gas a effetto serra, sia le variazioni naturali. Le considerazioni teoriche sui cambiamenti climatici, i risultati dei modelli climatici e quanto misurato con le attuali serie di misura pluriennali formano un quadro coerente. Occorre pertanto aspettarsi che le tendenze simulate si verifichino a lungo termine. Questo anche nel caso in cui le misurazioni dei prossimi anni mostrino temporaneamente un altro andamento a causa delle variazioni naturali.

### *Bibliografia*

- Beniston, Martin, et al. "Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections." *Climatic change* 81.1 (2007): 71-95.
- Moss, Richard H., et al. "The next generation of scenarios for climate change research and assessment." *Nature* 463.7282 (2010): 747.





Siamo figli dell'epoca,  
l'epoca è politica.  
Tutte le tue, nostre, vostre  
faccende diurne, notturne  
sono faccende politiche.



*Wisława Szymborska*

Poetessa.  
*Figli dell'epoca*

# LESSICO <sup>NUVOLE</sup>NUVOLE:

*le parole del cambiamento climatico*

**N**



**O**

## /Negazionismo climatico/ Climate denial

---

**ambito**

Sociologico

**percorso di lettura**

Percezione

Per **negazionismo** sui **cambiamenti climatici** si intende il movimento costituito da coloro che negano che essi esistano, oppure credono e/o cercano di diffondere l'idea che essi siano determinati unicamente da *driver* naturali negando il contributo antropico.

## /Ondate di calore/ Heat waves

### ambito

Ambientale

### percorso di lettura

Percezione

L'**ondata di calore** è un periodo di tempo atmosferico prolungato durante il quale le temperature sono superiori alle temperature medie usualmente registrate in una determinata regione. Il termine di ondata di calore non ha un significato oggettivo in quanto esso è relativo ad una specifica area geografica (**clima** locale) e periodo dell'anno. Infatti, le temperature medie di un'area possono essere considerate ondata di calore in un'altra. Per esempio, la temperatura media giornaliera registrata nel Mediterraneo risulterebbe un'ondata di calore in Nord Europa.

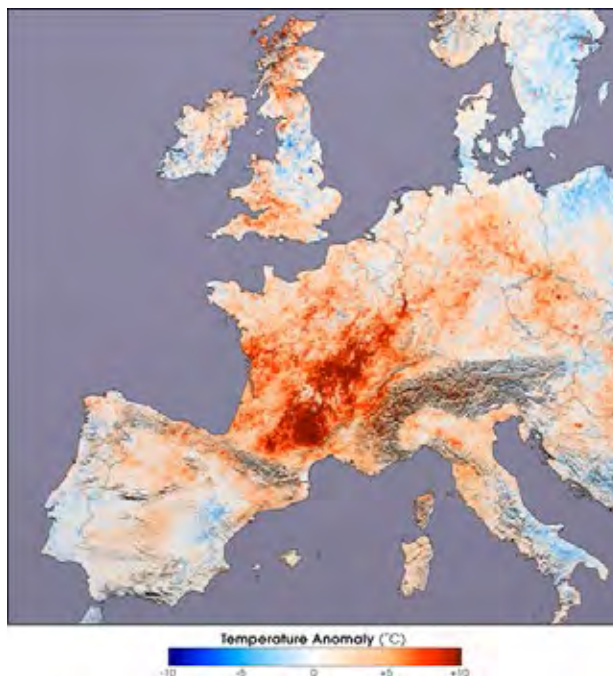
Le ondate di calore possono avere numerosi impatti socio-economici ed ambientali, quali incendi (spesso quando l'ondata di calore è associata ad un episodio di **siccità**), *blackout* a macchia di leopardo dovuti all'uso eccessivo dell'aria condizionata, danni alle infrastrutture (strade, autostrade e condotte idriche), danneggiamento alle coltivazioni ed incremento della mortalità per ipertermia.

### Bibliografia

- Meehl, G. A., & Tebaldi, C. (2004). More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century. *Science*, 305(5686), 994-997.
- Stöckli, R., R. Simmon, and D. Herring. 2011. Land Surface Temperature Difference. <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=3714>

Differenze nella temperatura superficiale tra il 2003 e le medie degli anni 2000, 2001, 2002 e 2004 calcolate nel periodo 20 luglio - 20 agosto di ogni anno.

Fonte: Stöckli, R., R. Simmon, and D. Herring. 2011





Ciò che osserviamo non  
è la natura in sé stessa ma  
la natura esposta ai nostri  
metodi di indagine.



Werner Heisenberg

Fisico.  
*Fisica e Filosofia*

# LESSICO *le* NUVOLE:

*le parole del cambiamento climatico*



# /Percezione del cambiamento climatico/ Climate change perception

---

**ambito**  
Sociologico

**percorso di lettura**  
Percezione

Percepire consiste nel prendere coscienza di fatti o fenomeni, attraverso stimoli sensoriali, analizzati e interpretati mediante processi intuitivi, psichici, intellettivi.

Il **cambiamento climatico** si manifesta attraverso un aumento delle temperature medie, un aumento nella frequenza di puntuali **eventi meteorologici estremi**, mutamenti nella composizione (durata, successione e intensità) di schemi ed eventi meteorologici stagionali.

Percepire il cambiamento climatico può riguardare sia la capacità di riconoscere, a livello meramente sensoriale, le anomalie climatiche e meteorologiche - ad esempio che le temperature della scorsa estate sono state più alte di quelle delle estati di un periodo precedente - sia la capacità (o propensione) ad inscrivere fatti e fenomeni climatici e meteorologici, siano essi esperiti personalmente o indirettamente, all'interno del quadro interpretativo che supporta l'effettiva esistenza del cambiamento climatico.

Per quanto riguarda il primo caso, si può intuitivamente e generalmente supporre che l'esperire personalmente le manifestazioni del cambiamento climatico, che si suppone saranno sempre più intense e frequenti, porterà all'aumento del numero di individui che sostengono che il cambiamento climatico sia un fatto reale. Un recente studio (Moore et al., 2019) dimostra, peraltro, che ciò potrebbe non verificarsi. Perlomeno non con l'entità attesa e/o non per tutte le manifestazioni del cambiamento climatico. Parrebbe difatti che la capacità di riconoscere le anomalie di temperatura risulti particolarmente influenzata dalle temperature percepite negli anni precedenti più ravvicinati (da 2 a 8 anni). Queste diventano (o perlomeno influenzano) la base di riferimento che gli individui adottano nello stabilire se le temperature da loro direttamente esperite siano 'normali' o quanto siano 'anormali'.

Allo stesso tempo, nonostante questa eventuale 'imperfezione', pare che l'accettazione del quadro interpretativo che supporta l'idea che il cambiamento climatico stia effettivamente avendo luogo sia sempre maggiore.

Stando ai dati emersi dall'ottava tornata della *European Social Survey* (2016), svolta su un campione di 44.387 individui di 22 paesi europei più Israele, in 4 paesi la percentuale di popolazione che ritiene che il clima stia probabilmente o sicuramente cambiando è superiore all'80% (minimo 83,5%, Federazione Russa), mentre in tutti gli altri paesi è superiore al 90% (massimo 97,7% in Islanda) (Poortinga et al., 2019).

Per quanto riguarda l'Unione Europea, secondo l'indagine Eurobarometro 490 sul tema *Climate Change* (campione di 27.655 individui), il 93% dei rispondenti ritiene che il cambiamento climatico sia un problema serio (il 79% ritiene che sia un problema molto serio e il 23% ritiene che sia il problema più serio) (Eurobarometer, 2019).

#### Bibliografia

- Eurobarometer (2019). Climate change. Special Eurobarometer 490. European Union.
- European Social Survey (2016). European Social Survey Round 8 Data. File Edition 2.0. Bergen, Norway: Norwegian Centre for Research Data.
- Moore, F. C., Obradovich, N., Lehner, F., & Baylis, P. (2019). Rapidly declining remarkability of temperature anomalies may obscure public perception of climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(11), 4905-4910
- Poortinga, W., Whitmarsh, L., Steg, L., Böhm, G., & Fisher, S. (2019). Climate change perceptions and their individual-level determinants: A cross-European analysis. *Global environmental change*, 55, 25-35.



**ambito**  
Ambientale

**percorso di lettura**  
Rischio

Il **pericolo** è rappresentato dal potenziale verificarsi di un evento di origine naturale o antropica che può colpire una determinata area e causare perdite di vite umane o impatti sulla salute umana, danni a proprietà, infrastrutture, servizi o risorse ambientali.

Per questo ambito disciplinare il pericolo differisce dal rischio, poiché viene identificato come la causa (evento calamitoso).

Nell'ambito del **cambiamento climatico** si riferisce agli eventi e ai trend climatici, e ai loro impatti. Il cambiamento climatico può agire su diverse tipologie di pericoli determinando variazioni nella loro frequenza, intensità o distribuzione spaziale. Il pericolo può essere singolo o multiplo (multi-hazard). In un contesto di "multi-hazard", gli eventi pericolosi possono verificarsi contemporaneamente, a cascata (un evento pericoloso a seguito di un altro pericolo) o cumulati nel tempo, considerando il potenziale degli effetti interconnessi.

Tra gli hazard climatici, vengono considerati: i trend di riscaldamento, le **ondate di calore**, le ondate di freddo, le **alluvioni**, l'**allagamento**, le frane, la **siccità**, gli incendi, le forti tempeste, l'aumento del livello del mare, l'erosione della costa, l'inquinamento dell'aria, l'acidificazione degli oceani e dei laghi.

*Bibliografia*

- CMCC, 2017. Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC). Prima stesura per la consultazione Pubblica. Documento elaborato da CMCC nell'ambito del Supporto tecnico-scientifico per il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) ai fini dell'Elaborazione del Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC): Italy.
- UN General Assembly (UNGA), 2016: Report of the Open-Ended Intergovernmental Expert Working Group on Indicators and Terminology Relating to Disaster Risk Reduction; United Nations General Assembly: New York, NY, USA.
- Cardona, O.D., M.K. van Aalst, J. Birkmann, M. Fordham, G. McGregor, R. Perez, R.S. Pulwarty, E.L.F. Schipper, and B.T. Sinh, 2012: Determinants of risk: exposure and vulnerability. In: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 65-108.

## /Produzione/ Production

---

### ambito

Sociologico

### percorso di lettura

Clima e consumo

La **produzione** di beni implica il **consumo** di materia ed **energia**. Si tratta di produzione consumatrice. È la produzione di beni che direttamente consuma materia ed energia a generare il **cambiamento climatico**. Più si produce, più **gas serra** vengono emessi.

Si specula se sia possibile migliorare l'efficienza materiale della produzione, ossia se sia possibile diminuire l'intensità materiale degli oggetti prodotti, ossia se sia possibile - per produrre un tavolo, un'auto, una casa - diminuire la quantità di materia ed energia che viene utilizzata per la loro produzione.

Ci si chiede ancora se sia possibile non tanto ridurre l'intensità materiale dei prodotti, quanto la riduzione dell'intensità materiale del processo, con tecnologie per esempio *energy saving* (che risparmiano energia), o cambiando il *mix* energetico, per cui usare complesse macchine di produzione mosse da energia rinnovabile. Inoltre, il problema della produzione di beni è strettamente legata al ricavo economico che essi promettono: di conseguenza il problema dell'intensità materiale è messo in relazione all'output economico e non a quello materiale (oggetti, servizi, dispositivi, etc.).

In sostanza, la sfida è quella di ridurre l'intensità materiale dell'output monetario, che implica una relazione tra materia usata e guadagno economico in forma di denaro. Infine, ci si chiede se sia possibile usare materiali per la produzione che siano rinnovabili: compaiono di conseguenza proposte che vanno nel senso di prolungare la vita degli oggetti prodotti per ridurre il tasso di sostituzione degli stessi, o se sia possibile accelerare il processo di riproduzione della natura, come per esempio con le *short rotation forestry* (selvocolture a ciclo breve) usate per produrre legno per la carta o il processo di riproduzione dei polli diminuendo il loro ciclo di crescita.



Se il programma Apollo  
ha conquistato la Luna in  
otto anni, nulla ci impedisce  
di fermare i cambiamenti  
climatici in dieci.



Mariana Mazzucato

Economista.

Intervista del *Corriere della Sera*

# LESSICO *le* NUVOLE:

*le parole del cambiamento climatico*



## Report di sostenibilità/ Sustainability reporting

**ambito**  
Economico / Finanziario

Il **Report di Sostenibilità** (*sustainability reporting* o **bilancio di sostenibilità**) è un bilancio annuale pubblicato da un'azienda o un'organizzazione riguardante gli impatti economici, ambientali e sociali causati dalle sue attività quotidiane: esso trasmette i valori dell'organizzazione e permette di evidenziare il legame tra la sua strategia e il suo impegno per un'economia sostenibile. Il Report di Sostenibilità aiuta le organizzazioni a misurare, comprendere e comunicare le loro prestazioni economiche, ambientali, sociali e di *governance*, quindi a fissare obiettivi e gestire i cambiamenti in modo più efficace.

La rendicontazione di questi temi non rappresenta più soltanto un'operazione volontaria di trasparenza, infatti secondo il D.lgs. n. 254/2016, il quale attua la direttiva europea 2014/95/UE, le grandi aziende quotate e gli Enti di Interesse Pubblico (EIP) che superano determinate soglie dimensionali sono tenuti, per legge, a redigere la Dichiarazione non Finanziaria (DNF).

### **Cosa deve contenere?**

Esistono diverse linee guida per la corretta stesura del Report di Sostenibilità, alcune di rilevanza mondiale come il Global Reporting Initiative (GRI) altre locali, come il Gruppo di Studio per il Bilancio Sociale (GBS).

1. **GRI**, *Global Reporting Initiative*: è un'associazione indipendente internazionale che ha come missione lo sviluppo e la divulgazione globale di linee guida sul Reporting di Sostenibilità. Queste linee guida riportano i principi e gli indicatori (KPI) che le organizzazioni possono usare per misurare e pubblicare dati relativi alle proprie performance economiche, sociali e ambientali. Esso è composto di differenti serie, la principale, denominata **GRI 101 (Foundation)**, contiene i 10 principi di rendi-

contazione fondamentali per ottenere report di alta qualità; questi principi si suddividono in: Principi per la definizione del contenuto che aiutano le organizzazioni a decidere quali contenuti includere:

- Inclusività delle parti interessate
- Contesto di sostenibilità
- Materialità
- Completezza

Principi per la definizione della qualità che garantiscono la qualità delle informazioni:

- Precisione
- Equilibrio
- Chiarezza
- Comparabilità
- Affidabilità
- Tempestività

2. **CDSB**, *Climate Disclosure Standards Board*: è un comitato internazionale di ONG aziendali e ambientali. Offrono alle aziende uno schema per la comunicazione di informazioni ambientali con lo stesso rigore delle informazioni finanziarie, considerandole ugualmente essenziali per la comprensione della performance aziendale.

3. **GBS**, *Gruppo di Studio per il Bilancio Sociale*: è un gruppo di studio italiano sorto nel 1998, il quale ha redatto un documento denominato “Principi di redazione del Bilancio Sociale” definendo le caratteristiche e i principi alla base di uno strumento di rendicontazione sociale. Tra i principi più importanti vi erano:

- Responsabilità
- Trasparenza
- Inclusione
- Chiarezza
- Neutralità.

#### *Bibliografia*

- Bebbington, J., Unerman, J., & O'DWYER, B. R. E. N. D. A. N. (2014). Introduction to sustainability accounting and accountability. In *Sustainability accounting and accountability* (pp. 21-32). Routledge.
- Contrafatto, M. (2009). *Il social environmental reporting e le sue motivazioni. Teoria, analisi empirica e prospettive* (Vol. 10). Giuffrè editore.
- Truant, E.; Corazza, L.; Scagnelli, S.D. Sustainability and Risk Disclosure: An Exploratory Study on Sustainability Reports. *Sustainability* 2017, 9, 636.

## /Resilienza/ Resilience

*ambito  
Generale*

*percorso di lettura  
Rischio*

### *Bibliografia*

- UN General Assembly (UNGA), 2016: Report of the Open-Ended Intergovernmental Expert Working Group on Indicators and Terminology Relating to Disaster Risk Reduction; United Nations General Assembly: New York, NY, USA.
- Folke, C. 2006. Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analysis. *Global Environmental Change*, 16: 253-267.
- Leichenko, R. 2011. *Climate change and urban resilience*. Elsevier B.V., *Current Opinion in Environmental Sustainability*, Volume 3, Issue 3, Pages 164-168.

La **resilienza climatica** ha un'origine comune a quella intesa dalle scienze ecologiche.

Essa viene definita come l'abilità di un sistema di reagire a fronte di eventi pericolosi (shock) e pressioni (disturbi/stress), riorganizzandosi mantenendo le sue funzioni essenziali, preservando, tuttavia, le **capacità di adattamento**, apprendimento e trasformazione.

Ciò implica la necessità di sviluppare un approccio che sia in grado di superare le attuali politiche di adattamento puntuali per specifici rischi climatici, considerando la resilienza come concetto che racchiude al suo interno tre elementi essenziali:

- ridurre la fragilità del sistema di fronte agli impatti del **clima** e limitare gli effetti a cascata derivanti da uno specifico **rischio** tramite un potenziamento del sistema;
- costruire le capacità degli agenti sociali (es. famiglie, comunità, società civile, imprese, settore pubblico) per anticipare e sviluppare le risposte di **adattamento**;
- rinforzare e indirizzare le istituzioni (regole sociali e norme) fondamentali per orientare e connettere gli agenti e il sistema.

Operativamente si possono definire poco resilienti i sistemi intrinsecamente vulnerabili a stress e shock, interpretando la **vulnerabilità** di un sistema come sintomo di carenza della resilienza. Ciò nonostante, esiste una grande distinzione tra vulnerabilità e resilienza.

La prima include l'**esposizione** a un **pericolo** specifico: soltanto legato a quest'ultimo la vulnerabilità prende significato.

La seconda è intesa come caratteristica intrinseca esistente all'interno di un complesso sistema socio-ecologico, indipendentemente dall'esposizione, che si manifesta attraverso l'esposizione a stress e shock, e nella seguente ripresa del sistema. L'identificazione delle vulnerabilità è funzionale alle attività di sviluppo degli interventi necessari a rinforzare la resilienza.

# /Resistenza ai cambiamenti climatici/ Resistance to climate change

---

## **ambito**

Generale

## **percorso di lettura**

Rischio

La **resistenza** ai cambiamenti climatici è la capacità di un sistema (sia esso un ecosistema, un sistema sociale, tecnico o di altro tipo) di far fronte alle variazioni, causate dai **cambiamenti climatici**, cui è sottoposto.

Per quanto riguarda i sistemi sociali si tratta della capacità di mettere in atto o modificare misure, politiche, progetti, investimenti, norme, narrative, etc., con il fine di far fronte a nuove condizioni climatiche.

## *Bibliografia*

- Hoffmann, Ary A., and Carla M. Sgro. "Climate change and evolutionary adaptation." *Nature* 470.7335 (2011): 479.



## /Retroazioni/ Feedback

---

**ambito**

Fisico

**percorso di lettura**

Scoperta

I **meccanismi di retroazione**, noti anche come **feedback**, sono quelli che hanno la capacità di amplificare (retroazioni positive) o smorzare (retroazioni negative) gli effetti di una determinata perturbazione iniziale. Le retroazioni sono manifestazioni tipiche dei sistemi dinamici e complessi, come il **sistema climatico**, in cui le relazioni causa-effetto non sono mai lineari, ma sono piuttosto catene circolari in cui una causa iniziale produce un effetto che a sua volta retroagisce sulla causa amplificandone o smorzandone l'effetto. Il sistema climatico presenta numerosi i meccanismi di retroazione, la maggior parte dei quali positivi.

Partiamo dalla retroazione ghiaccio-albedo che è attiva nelle regioni fredde del pianeta, come l'Artico o le zone di alta quota, ovvero quelle dove si ha una maggiore presenza di neve e ghiacci. Il **riscaldamento globale** (causa) ha determinato una diminuzione dell'estensione delle aree coperte da neve e ghiaccio (effetto) che hanno lasciato spazio a suolo più scuro. Ciò ha di conseguenza fatto aumentare la quantità di radiazione solare assorbita dalla superficie (in presenza di ghiaccio e neve, al contrario, la radiazione viene riflessa), amplificando così il riscaldamento iniziale e facilitando ulteriormente la fusione del ghiaccio e della neve per lasciare spazio a nuovo suolo nudo in grado di assorbire la radiazione solare e scaldarsi, determinando così una variazione dell'albedo. E così via: il meccanismo si rinforza a ogni ciclo.

Un'altra importante **retroazione** positiva del sistema climatico è quella associata al vapore acqueo. Il riscaldamento fa aumentare la quantità di acqua che l'atmosfera può contenere sotto forma di vapore (ogni grado centigrado in più di riscaldamento atmosferico, il vapore acqueo aumenta del 7% circa). Poiché il vapore acqueo è il gas a effetto serra naturale più importante, un aumento nella sua

concentrazione determina un'amplificazione del riscaldamento iniziale, che a sua volta fa aumentare ancora di più la concentrazione di vapore acqueo atmosferico e con essa il riscaldamento, e così via.

Ecco un terzo esempio: con il riscaldamento globale anche gli oceani si riscaldano e questo limita la loro naturale capacità di assorbire CO<sub>2</sub> (**anidride carbonica**) dall'**atmosfera**. Pertanto, se l'oceano inizia ad assorbire meno CO<sub>2</sub> a causa del riscaldamento globale, ne rimane di più nell'atmosfera, dove può contribuire ad un ulteriore riscaldamento.

Una retroazione positiva funziona anche quando la causa iniziale porta a un raffreddamento del sistema: se ad esempio ci fosse un raffreddamento della temperatura che portasse a un aumento delle superfici coperte da ghiaccio o neve, questo porterebbe a un aumento dell'albedo planetaria (capacità di riflettere la luce solare) e quindi a un ulteriore raffreddamento.

La **principale retroazione negativa** nel sistema climatico è l'**effetto della temperatura sull'emissione di radiazione infrarossa**: all'aumentare della temperatura di un corpo la radiazione emessa aumenta in maniera proporzionale alla quarta potenza della sua temperatura assoluta (legge di Stefan-Boltzmann) e l'emissione determina un raffreddamento e quindi uno smorzamento dell'effetto iniziale.

#### *Bibliografia*

- Curry, Judith A., Julie L. Schramm, and Elizabeth E. Ebert. "Sea ice-albedo climate feedback mechanism." *Journal of Climate* 8.2 (1995): 240-247.
- Schuur, Edward AG, et al. "Climate change and the permafrost carbon feedback." *Nature* 520.7546 (2015): 171
- Mitchell, John FB, C. A. Senior, and W. J. Ingram. "CO2 and climate: a missing feedback?" *Nature* 341.6238 (1989): 132.

## /Riscaldamento globale / Global warming

*ambito*  
Chimico / Fisico

*percorsi di lettura*  
Percezione,  
Scoperta

Con la locuzione **riscaldamento globale** ci si riferisce al graduale aumento, osservato e/o previsto per il futuro, della temperatura superficiale media globale, in risposta alla modifica del **forzante radiativo** causato dalle emissioni antropiche di gas a **effetto serra**.



"Il tempo sta per scadere! Come faccio ad attirare l'attenzione delle persone?"  
- "Twitta la tua spazzatura".  
Vignetta: Mike Luckovich

### *Bibliografia*

- Root, Terry L., et al. "Fingerprints of global warming on wild animals and plants." *Nature* 421.6918 (2003): 57.
- Cox, Peter M., et al. "Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model." *Nature* 408.6809 (2000): 184.
- Meinshausen, Malte, et al. "Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2°C." *Nature* 458.7242 (2009): 1158.

## /Rischio/ Risk

*ambito  
Ambientale*

*percorso di lettura  
Rischio*

Il **rischio** è rappresentato dalla possibilità che, in una determinata area e intervallo temporale, un fenomeno naturale (es. alluvione) o indotto dalle attività dell'uomo (esplosione industriale) possa causare effetti dannosi sulla popolazione, gli insediamenti abitativi e produttivi, e le infrastrutture.

Per questo ambito disciplinare il rischio differisce dal **pericolo**, poiché il primo sussiste se sono presenti contestualmente una sorgente di pericolo, un sistema bersaglio (recettore di **vulnerabilità**) che può subirne le conseguenze negative e un'**esposizione** (possibilità di contatto tra pericolo e recettore).

Il rischio viene inteso come il danno che si può attendere (effetto), traducibile come una funzione diretta di pericolosità (P), vulnerabilità (V) ed esposizione (E). L'evento pericoloso non è considerato, quindi, l'unico driver del rischio, poiché c'è un alto livello di confidenza per cui il livello degli effetti dannosi siano determinati in buona parte dalla vulnerabilità e dall'esposizione del sistema socio-ecologico.

Funzione di rischio:

$$R=P \times V \times E$$

Ecco alcuni esempi di rischi specifici: rischio idrogeologico (alluvioni e frane); rischio sismico; rischio vulcanico; rischio incendi; rischio antropico (inquinamento ed esplosioni).

### *Bibliografia*

- IPCC, 2014: Annex II: Glossary [Mach, K.J., S. Plankton and C. von Stechow (eds.)]. In: Climate Change 2014: Synthesis Report. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 117-130.
- CMCC, 2017. Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC).
- UN General Assembly (UNGA), 2016: Report of the Open-Ended Intergovernmental Expert Working Group on Indicators and Terminology Relating to Disaster Risk Reduction; United Nations General Assembly: New York, NY, USA.

## /Rischio e pericolo/ Risk and Hazard

ambito  
Sociologico

percorsi di lettura  
Rischio

Vengono in questa definizione tenuti insieme questi due concetti benché l'**IPCC** li tenga radicalmente distinti. Molto probabilmente il concetto di **rischio** proviene dal vocabolo greco *riza* e significa 'scoglio', oltre che 'radice'.

Si diffonde inizialmente in Italia e in Spagna nel 1400, ed è utilizzato specialmente nell'ambito della navigazione e del commercio via mare, in particolare nel settore delle assicurazioni marittime, che possono essere viste come una forma di controllo del rischio. Sotto forma di contratti commerciali si regolarizzava chi avesse la responsabilità in caso di danni.

Il rischio risulta da un rapporto fra la probabilità che il danno si verifichi, l'entità del danno e da altri parametri. Il rischio equivale alla prognosi calcolata di un possibile danno, di una perdita o della creazione di una situazione di pericolosità, se ha connotazione negativa. Se ha connotazione positiva si riferisce a possibili guadagni e profitti. Percepirlo in forma di un danno o di un guadagno dipende dalla combinazione di valori posseduti da ciascuno. Poiché c'è divergenza fra valori, sono differenti anche le situazioni di rischio.

Nella letteratura socio-antropologica il rischio ha a che fare con la calcolabilità, ossia con una definizione razionale delle probabilità che un evento si realizzi o meno; i pericoli sono invece eventi completamente indeterminati le cui manifestazioni e conseguenze sono imprevedibili.

Per esempio il rischio di essere vittima di un'azione criminale è dato da una serie di variabili (presenza forze di polizia, povertà sociale, illuminazione, presenza altre persone) che possono fornire un indice sintetico di sicurezza oggettiva.

Il **pericolo** invece è associato alla casualità, al destino, alla "fortuna" machiavelliana. Normalmente, anche nel linguaggio quotidiano, si parla di "correre un pericolo" e di "prendere un rischio". Queste due espressioni si riferiscono a differenti contingenze e situazioni. Nel primo caso, si pensa che l'eventuale danno subito sia dovuto a fattori esterni ed è quindi attribuito all'ambiente. Nel secondo caso, il danno è visto come una conseguenza di una decisione, di un'azione intenzionale decisa sulla

base di un calcolo razionale tra costi e benefici.

In breve, con il rischio entra in gioco il decidere, ossia la contingenza, mentre ai pericoli si è esposti.

Poiché l'accettazione di un rischio dipende dal fatto se si sceglie di stare in situazioni pericolose per propria volontà o se si ritiene di avere sotto controllo le conseguenze del proprio comportamento, essa fa dimenticare i pericoli. Nel caso della richiesta di sicurezza, dove è prevalente il senso della pericolosità dell'ambiente esterno, l'analisi delle opportunità passa in secondo piano.

Le preoccupazioni vissute dalle persone sono raramente la conseguenza di una valutazione razionale dei rischi da correre, ma una modalità di interpretare il mondo e il livello di sicurezza, di fiducia e di opportunità che lo caratterizza. I rischi moderni, data l'impossibilità di tenerli sotto controllo, evocano l'idea premoderna della "fortuna" analizzata da Machiavelli, alimentando nelle persone piccole superstizioni e un nuovo senso del "destino", la sensazione che le cose vadano comunque per la loro strada, com'è il caso dei grandi rischi globali come il **cambiamento climatico**.

La nostra idea è che pericoli e rischi quasi mai sono separati e separabili, e che si confondono con facilità. Inoltre, pericoli e rischi non sono fenomeni statici e oggettivi, ma sono costantemente costruiti e negoziati nel contesto della rete relazionale della quale siamo parte e del processo di formazione del loro significato socialmente condiviso.

A livello della vita quotidiana molte allarmate reazioni a pericoli quali la criminalità sono in realtà un modo per ridare ordine a un mondo sempre più incerto. Raramente si verificano delle scelte razionali per valutare e far fronte ai rischi quotidiani, mentre sempre più spesso esse si sovrappongono ai timori legati ai pericoli macro-sociali o globali o planetari, richiamati da Beck, che manifestano reiteratamente un carattere incombente e incontrollabile. A Luhmann è sfuggito il fatto che sia i pericoli sia i rischi sono costruiti e negoziati nel contesto della vita quotidiana, e che essi possono in qualunque momento essere rimossi o riaffermati per evitare che il flusso della quotidianità, che sta alla base di quasi tutte le sicurezze, s'interrompa.



Non ci sono passeggeri  
nell'Astronave Terra.  
Siamo tutti membri  
dell'equipaggio.



Marshall McLuhan

Sociologo e filosofo.  
*Gli strumenti del comunicare*

# LESSICO *le* NUVOLE:

*le parole del cambiamento climatico*





## /Scenario climatico/ Climate scenario

**ambito**

Fisico

**percorso di lettura**

Studio

Lo **scenario climatico** è una rappresentazione plausibile e spesso semplificata del clima futuro, costruita per indagare le possibili conseguenze dei **cambiamenti climatici**.

Per costruire i possibili scenari climatici, le proiezioni vengono integrate con le informazioni sul clima attuale e passato.

Si ottiene, quindi, uno scenario di cambiamento climatico, il quale rappresenta la differenza tra il clima attuale e lo scenario climatico. Ciascuno scenario rappresenta un possibile futuro.

### Bibliografia

- Moss, Richard H., et al. "The next generation of scenarios for climate change research and assessment." *Nature* 463.7282 (2010): 747.
- Benestad, R. E. "Climate change scenarios for northern Europe from multi-model IPCC AR4 climate simulations." *Geophysical Research Letters* 32.17 (2005).
- Pignatti, G. "La vegetazione forestale di fronte ad alcuni scenari di cambiamento climatico in Italia." *Forest@-Journal of Silviculture and Forest Ecology* 8.1 (2011): 1.

## /Sensibilità/ Sensitivity

---

**ambito**

Ambientale

**percorso di lettura**

Rischio

La **sensibilità** rappresenta il grado con cui un sistema è influenzato negativamente o positivamente, dalla **variabilità climatica** e dal **cambiamento climatico**. Si intende una predisposizione fisica di persone, infrastrutture e ambiente ad essere colpiti da un pericolo.

L'effetto può essere diretto (es. cambiamento nella resa della produzione di una coltura a seguito di una variazione di temperatura) o indiretto (es. danni causati dall'aumento della frequenza di inondazioni costiere a causa dell'innalzamento del livello del mare).

Quando il pericolo è di natura climatica, un'alta sensibilità del sistema porta a una forte suscettibilità anche a seguito di piccole variazioni della condizione climatica.

### *Bibliografia*

- Fellmann, T. 2012. The assessment of climate change related vulnerability in the agricultural sector: reviewing conceptual frameworks. FAO/OECD Workshop Building resilience for adaptation to climate change in agricultural sector. Rome: FAO.

## /Servizi ecosistemici/ Ecosystem services

*ambito  
Ambientale*

*percorso di lettura  
Mitigazione  
e adattamento*

Si definiscono **funzioni ecosistemiche** le capacità dei processi e dei componenti naturali di fornire beni e servizi che soddisfino, direttamente o indirettamente, le necessità dell'uomo e garantiscano la vita di tutte le specie

Il *Millennium Ecosystem Assessment* (2005), la più ampia e approfondita sistematizzazione delle conoscenze sino ad oggi acquisite sullo stato degli ecosistemi del mondo ha fornito una classificazione utile suddividendo le funzioni ecosistemiche in 4 categorie principali.

- **Supporto alla vita (*Supporting*):** queste funzioni raccolgono tutti quei servizi necessari per la produzione di tutti gli altri servizi ecosistemici e contribuisce alla conservazione (in situ) della diversità biologica e genetica e dei processi evolutivi.
- **Regolazione (*Regulating*):** oltre al mantenimento della salute e del funzionamento degli ecosistemi, le funzioni regolative raccolgono molti altri servizi che comportano benefici diretti e indiretti per l'uomo (come la stabilizzazione del **clima**, il riciclo dei rifiuti), solitamente non riconosciuti fino al momento in cui non vengono persi o degradati.
- **Approvvigionamento (*Provisioning*):** queste funzioni raccolgono tutti quei servizi di fornitura di risorse che gli ecosistemi naturali e semi-naturali producono (ossigeno, acqua, cibo, etc.).
- **Culturali (*Cultural*):** gli ecosistemi naturali forniscono una essenziale "funzione di consultazione" e contribuiscono al mantenimento della salute umana attraverso la fornitura di opportunità di riflessione, arricchimento spirituale, sviluppo cognitivo, esperienze ricreative ed estetiche.

Queste funzioni ecosistemiche racchiudono i beni e i servizi utilizzati dalla società umana per soddisfare il proprio benessere. Sulla base di tali funzioni, il Millennium Ecosystem Assessment ha individuato i (potenziali) aspetti utili degli ecosistemi naturali per il genere umano sotto forma di beni e servizi, definendoli con il termine generale di **servizi**

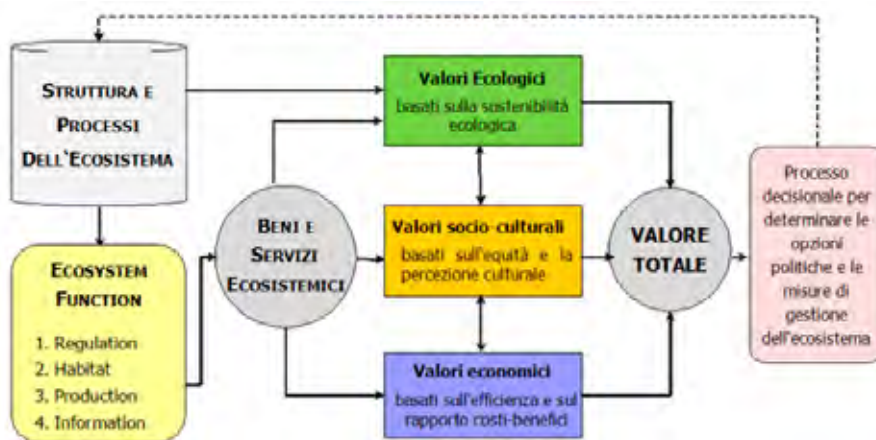
**ecosistemici** (*ecosystem services*): i benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano.

Gli ecosistemi forniscono all'umanità una grande varietà di servizi e di vantaggi e, nonostante ciò, il loro valore reale non è "contabilizzato" nel lungo periodo nelle previsioni economiche della società. Se da un lato la domanda dei servizi ecosistemici è cresciuta in modo significativo dal 1960 ad oggi, allo stesso tempo si stima che quasi due terzi dei servizi stessi sono in declino.

Negli ultimi 50 anni l'uomo ha modificato gli ecosistemi con una velocità e una forza che non si erano mai osservate in periodi precedenti; le cause principali sono state la crescen-

te necessità di cibo, acqua dolce, legname, fibre e fonti energetiche: questo impatto sta provocando una perdita irreversibile di **biodiversità** in tutto il pianeta e in particolare, è stato valutato che il 60% dei servizi ecosistemici del pianeta siano stati compromessi.

Pertanto è chiaramente divenuta fondamentale l'integrazione del concetto di funzioni e servizi ecosistemici nelle decisioni di gestione e pianificazione del territorio affinché gli amministratori locali possano controllare le pressioni che minacciano l'ecosistema e la loro funzionalità, migliorarne l'efficacia e "costruire" un modello di governance che si basi su strumenti come i pagamenti per i servizi ecosistemici.



Servizi Ecosistemici effetti e valori.

Fonte [www.lifemgn-serviziecosistemici.eu](http://www.lifemgn-serviziecosistemici.eu)

#### Bibliografia

- Costanza, Robert, et al. "The value of the world's ecosystem services and natural capital." *Nature* 387.6630 (1997): 253.
- Worm, Boris, et al. "Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services." *Science* 314.5800 (2006): 787-790.
- Bolund, Per, and Sven Hunhammar. "Ecosystem services in urban areas." *Ecological economics* 29.2 (1999): 293-301.

*ambito  
Ambientale*

*percorso di lettura  
Mitigazione  
e adattamento*

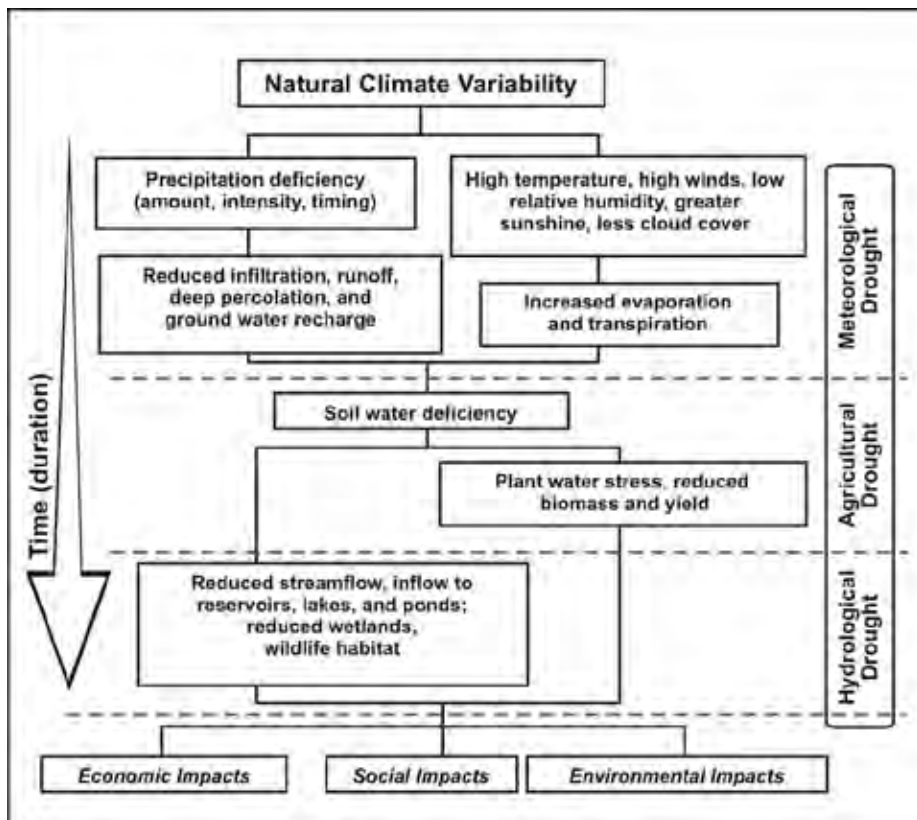
Il termine **siccità** indica un periodo di condizioni anomale di assenza di acqua lungo a sufficienza da determinare uno stress idrico; secondo questa accezione si presenta, quindi, come un fenomeno sporadico che può colpire anche aree non aride.

La siccità è una normale e ricorrente caratteristica del **ciclo idrologico** e può verificarsi sia in regioni secche che umide ed essa viene valutata in relazione al bilancio locale tra la precipitazione e l'evapotraspirazione rispetto all'intervallo temporale in cui si verifica.

Differisce dall'aridità, la quale è invece ristretta ad aree geografiche con poca precipitazione e risulta pertanto una caratteristica permanente del **clima**. La siccità è una delle più importanti conseguenze delle variazioni climatiche e si ripercuote sui sistemi naturali e socio-economici. Poiché si manifesta dopo lunghi periodi in cui le precipitazioni sono assenti, è difficile quantificare oggettivamente le sue caratteristiche in termini di inizio, consistenza e fine.

Pertanto, l'Associazione Meteorologica Americana ha classificato tre tipi differenti di siccità:

- **meteorologica**: è definita sulla base del grado di siccità (in confronto ad una quantità media) e della durata del periodo siccitoso ed è considerata a livello locale, in quanto le condizioni atmosferiche che determinano deficienze di precipitazione sono altamente variabili da regione a regione;
- **agricola**: collega varie caratteristiche di siccità meteorologica o idrologica agli impatti sull'agricoltura, focalizzandosi sulla scarsità delle precipitazioni, sulla differenza tra evapotraspirazione attuale e potenziale e sul deficit di acqua al suolo e nel sottosuolo.
- **idrologica**: è associata agli effetti dei periodi con deficit di precipitazione sul rifornimento idrico del suolo e del sottosuolo e ha frequenza e severità definite su scala di bacino fluviale o di spartiacque.



Dinamica della siccità. Fonte: National Drought Mitigation Center

### Bibliografia

- IPCC, 2014: Annex II: Glossary [Mach, K.J., S. Planton and C. von Stechow (eds.)]. In: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 117-130.
- Wilhite DA. Drought as a natural hazard: concepts and definitions. In: Wilhite DA, ed. Droughts: Global Assessment. London: Routledge; 2000, 3-18.
- Mishra, A. K., & Singh, V. P. (2010). A review of drought concepts. Journal of hydrology, 391(1-2), 202-216.

## /Sistema climatico/ Climate system

**ambito**  
Fisico

**percorso di lettura**  
Studio

Il **sistema climatico** è un sistema dinamico e complesso costituito da cinque componenti principali: **atmosfera, idrosfera, criosfera, litosfera, biosfera** e le interazioni fra loro. Il sistema climatico evolve nel tempo e cambia sotto l'influenza delle proprie dinamiche interne e per effetto di fattori esterni (che sono chiamati forzanti) che possono essere di origine sia naturale sia antropica.

Le **forzanti naturali** sono i cambiamenti nei parametri dell'orbita terrestre intorno al sole (eccentricità, obliquità e precessione dell'asse) che sono in grado di modificare la quantità totale di **energia** che arriva sul pianeta e la sua distribuzione geografica o stagionale; le oscillazioni cicliche nell'intensità della radiazione solare stessa (i cicli di 11 anni descritti dalla dinamica delle macchie solari); le eruzioni vulcaniche.

Le prime due hanno un effetto sulla radiazione solare incidente alla sommità dell'atmosfera terrestre, mentre le eruzioni vulcaniche aumentano la frazione di questa che raggiunge la superficie terrestre, poiché portano alla formazione di particelle chiare (contenenti zolfo) che riflettono e quindi bloccano parte della radiazione solare impedendole di raggiungere il suolo.

Le **forzanti antropiche** sono invece quelle direttamente o indirettamente connesse alle attività umane, in grado di alterare la composizione atmosferica (ad esempio aumentando le concentrazioni di gas a **effetto serra** o immettendo **aerosol**) e di cambiare le proprietà dei suoli, come la loro albedo (una misura della capacità di riflettere la radiazione solare), la loro permeabilità, ecc. Le forzanti antropiche possono quindi modificare sia la frazione della radiazione solare assorbita o riflessa da atmosfera e superficie, sia la frazione della radiazione infrarossa trattenuta dall'atmosfera alterando quindi l'effetto serra naturale. In ogni caso, le forzanti possono modificare il bilancio tra l'energia in arrivo dal sole e l'energia infrarossa che la terra emette, e quindi determinare un cambiamento nella temperatura superficiale del pianeta e dunque nel suo **clima**.

Ma non finisce qui, perché un cambiamento nella temperatura che si verifica in risposta a una forzante può essere poi ulteriormente modificato (reso maggiore o minore) da meccanismi di amplificazione o di smorzamento interni al sistema climatico. Ciò avviene in quanto, come ogni sistema complesso, anche il clima ha una sua dinamica interna, non controllata né causata da fattori esterni. A questi meccanismi si dà il nome di retroazioni: le retroazioni positive amplificano l'effetto prodotto da una causa iniziale, quelle negative lo smorzano.

Oltre alle retroazioni la variabilità interna del clima si manifesta anche in altre forme, ad esempio attraverso alcune dinamiche dell'atmosfera, dell'oceano e del loro accoppiamento o attraverso le teleconnessioni, ovvero degli schemi di circolazione atmosferici a bassa, media e alta frequenza.

Esse sono dunque espressione di parte della **variabilità meteorologica** e in alcuni casi anche di variabilità climatica cui assistiamo. La teleconnessione più emblematica è quella nota come ENSO, o più popolarmente *El Niño*: essa riguarda la temperatura superficiale del mare nell'oceano Pacifico equatoriale che ha ripercussioni climatiche un po' su tutto il globo.

Essa è anche stata la prima ad essere rilevata, storicamente, fin dal XIX secolo. Nell'ultimo trentennio, la diffusione dei modelli meteorologici e la necessità di dover predisporre degli archivi globali delle variabili meteorologiche ed anche di quelle relative alla superficie terrestre hanno favorito la scoperta o consentito di postularne le basi teoriche per tutta una serie di altre teleconnessioni. Tra esse, una di quelle che hanno un peso non indifferente nell'andamento meteorologico alle latitudini europee è la North Atlantic Oscillation (NAO).

#### Bibliografia

- Parmesan, Camille, and Gary Yohe. "A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems." *Nature* 421.6918 (2003): 37.
- Woodwell, George M., and Fred T. Mackenzie. *Biotic feedbacks in the global climatic system: will the warming feed the warming?*. Oxford University Press, 1995.
- Walther, Gian-Reto, et al. "Ecological responses to recent climate change." *Nature* 416.6879 (2002): 389.



## /Sistema di allerta precoce/ Early warning system

**ambito**  
Ambientale

**percorso di lettura**  
Rischio

Si definisce **sistema di allerta precoce**, l'insieme delle capacità necessarie per produrre le informazioni di allerta e diffonderle in maniera tempestiva per consentire agli individui, alla comunità e alle organizzazioni minacciate dal **rischio** di intervenire adeguatamente in anticipo rispetto all'evento pericoloso riducendo la possibilità di danni.

Impedimenti nel flusso di informazioni possono amplificare il rischio. Un sistema di allerta efficiente dovrebbe includere quattro elementi chiave interconnessi tra loro:

1. Conoscenza del rischio attraverso il collettamento dei dati, le analisi e la valutazione del rischio **disastro**.
2. Identificazione, monitoraggio e previsione del pericolo e delle possibili conseguenze.
3. Diffusione e comunicazione tempestiva delle informazioni associate alla probabilità e ai possibili impatti da parte di una fonte ufficiale.
4. Preparazione ai vari livelli dell'allerta ricevuta.

Il coordinamento di tali componenti viene svolto attraverso vari settori e la mancanza in una componente può condurre al fallimento dell'intero sistema.

# /Sviluppo sostenibile/ Sustainable development

*ambito  
Generale*

*percorsi di lettura  
Clima e consumo,  
Percezione*

L'idea di uno **sviluppo sostenibile** nasce nel 1987 con il documento noto come il "Rapporto Brundtland" della Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo (WCED), che lo definisce come "uno sviluppo che soddisfi i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri".

Secondo numerosi critici, l'idea è contraddittoria e l'espressione è stata spesso descritta come un ossimoro (Alexander, 2009), poiché è fallimentare pensare di poter conservare il consumo delle risorse entro livelli che ne consentano la rigenerazione senza mettere in discussione l'idea stessa di una continua crescita economica.

Di fatto, come spiegano Gonella et al. (2019, 460) "la realtà ci dimostra che la maggior parte delle nuove tecnologie vengono sviluppate per fronteggiare le questioni del **cambiamento climatico** purché allo stesso tempo la crescita economica rimanga immutata e si mantenga a regime".

Swyngendouw (in Krueger e Gibbs, 2007) evidenzia la correlazione tra la mancanza di reazioni davvero efficaci sul piano politico e la diffusione della postpolitica e dei populismi ed evidenzia il modo in cui il sistema economico del capitalismo neoliberista sia generalmente assunto come l'unico possibile, cercando soluzioni all'interno del sistema invece di mettere in discussione il sistema stesso.

## *Bibliografia*

- Alexander, R. J., 2009. Framing discourse on the environment. New York and Oxon: Routledge.
- Gonella, F., C.M.V.B. Almeida, G. Fiorentino, K. Handayani, F. Spanò, R. Testoni, A. Zucaro, 2019. Is technology optimism justified? A discussion towards a comprehensive narrative. Journal of Cleaner Production, Volume 223, pagine 456-465.
- Krueger, R. e Gibbs D. (a cura di), 2007. The sustainable development paradox. Urban political economy in the United States and Europe. London and New York: The Guilford Press.

“  
La nostra sfida più  
pressante è mantenere  
il nostro pianeta sano.  
Questa è la più grande  
responsabilità e opportunità  
dei nostri tempi.

”  
*Ursula von der Leyen*

Presidente della Commissione Europea.  
Discorso di insediamento

# LESSICO *le* NUVOLE:

*le parole del cambiamento climatico*



## /Task Force on Climate Related Financial Disclosure (TCFD)/

ambito  
Economico / Finanziario

La **Task Force on Climate-related Financial Disclosure**, in forma abbreviata TCFD, si propone come fine ultimo quello di aiutare le aziende nello sviluppare e migliorare la “disclosure volontaria” (ossia rendere pubbliche le informazioni) relativa alle proprie performance aziendali che possano avere un impatto sulla sostenibilità e, in particolare, sui **cambiamenti climatici**.

La TCFD si costituisce come iniziativa volontaria di stampo aziendale che nasce grazie all’impulso ricevuto dal Financial Stability Board (FSB) che nell’aprile 2015, durante il G20, chiarisce come sia imperativo che il sistema finanziario mondiale consideri all’interno delle proprie strategie tutti i rischi, compresi quelli relativi ai cambiamenti climatici. All’interno della TCFD partecipano aziende in rappresentanza di diversi settori economici, soprattutto multinazionali.

La TCFD pubblica delle Raccomandazioni che, in quanto tali, non sono cogenti e rientrano tra i documenti che un’azienda può consultare quando rendiconta le proprie strategie e impatti in termini di sostenibilità.

Diversamente da altre linee guida per la rendicontazione di sostenibilità, gli interlocutori di queste Raccomandazioni sono principalmente le aziende che operano o sono quotate su mercati finanziari.

Infatti i principali stakeholder (portatori d’interesse) e utilizzatori di queste *disclosure* sono gli investitori, gli assicuratori e tutti gli stakeholder connessi ai mercati finanziari. Conseguentemente il contenuto delle informazioni richieste è principalmente orientato verso le esigenze informative dei mercati finanziari e degli investitori stessi, circa le strategie, i rischi, gli impatti e le opportunità a cui una determinata azienda sarà soggetta nel prossimo futuro.

Queste Raccomandazioni sono state elaborate per essere coerenti con altre linee guida internazionali e sono formulate garantendo alcuni principi base del *sustainability accounting* (rendicontazione della sostenibilità) quali produrre informazioni coerenti, comparabili, affidabili, chiare, tempestive, utili per gli stakeholder, qui principalmente, di natura finanziaria.

Mentre diverse bozze sono pubblicate sul sito della TCFD già a partire dal 2016, con l'obiettivo di raccogliere opinioni dai propri stakeholder solo a Giugno 2017, la TCFD pubblica per la prima volta una serie di documenti esplicativi che rappresentano la Raccomandazioni rivolte alle aziende e come sviluppare una *disclosure* sui cambiamenti climatici.

Brevemente, la *disclosure* si concentra su: governo, strategia, gestione dei rischi, e metriche e obiettivi.

Per divulgare informazioni sul governo, si intende spiegare come a livello organizzativo e di *governance* aziendale vengano affrontati i rischi e le opportunità derivanti dai cambiamenti climatici. Per strategie, si intendono invece sia strategie aziendali che di tipo finanziario e di investimenti che possono essere soggetti a potenziali impatti derivanti dai rischi e delle opportunità connesse al **clima**. Gli ultimi punti fanno riferimento al modo in cui l'organizzazione identifica, valuta e gestisce i rischi connessi ai cambiamenti climatici, a come monitora e misura i propri impatti e come si propone obiettivi di miglioramento di breve e di lungo periodo.

Con l'obiettivo di monitorare il livello e il grado di implementazione da parte delle aziende di questi suggerimenti, la TCFD redige un rapporto annuale.

Le Raccomandazioni della TCFD, unitamente ad altre linee guida come quelle del Global Reporting Initiative e del Carbon Disclosure Project (CDP), rappresentano degli strumenti utili per tutte quelle aziende che vogliono rendicontare gli effetti, gli impatti e le opportunità derivanti dai cambiamenti climatici. Lo stesso CDP si è impegnato ad allineare il suo questionario sui cambiamenti climatici con le Raccomandazioni della TCFD, sottolineando l'importanza che queste stanno assumendo nel promuovere la disponibilità di informazioni finanziariamente rilevanti per i mercati a livello globale.

#### Bibliografia

-Task Force on Climate-related Financial Disclosures. (2017). Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures

Si ricorda che, a seguito della trasposizione in decreto legislativo 254/16 della Direttiva Europea 2014/95/EU, le aziende considerate di interesse rilevante sul mercato italiano sono obbligate a comunicare informazioni circa il contributo dell'organizzazione ai cambiamenti climatici, pubblicando un'apposita disclosure chiamata Dichiarazione Non Finanziaria.

## /Tempi scala/ Time scale

**ambito**  
Fisico

Il clima varia con **tempi scala** di diverse migliaia e di decine di migliaia di anni in risposta alla variazione di insolazione dipendente dai parametri orbitali della Terra. Esiste inoltre l'ipotesi di una dipendenza delle **variazioni climatiche** su scala decennale e secolare dalla variabilità del Sole. Le discipline che studiano la storia umana prendono in considerazione le ipotesi del possibile legame con tutte queste variazioni sia dell'evoluzione dell'uomo sia delle crisi di antiche società e culture. Oggi si è aggiunto un contributo antropico all'andamento naturale proprio del clima, e si sottolinea la necessità di una presa di coscienza del problema.

### Bibliografia

- Stott, Lowell, et al. "Super ENSO and global climate oscillations at millennial time scales." *Science* 297.5579 (2002): 222-226.
- Thompson, Lonnie G., et al. "Tropical glacier and ice core evidence of climate change on annual to millennial time scales." Springer, Dordrecht, 2003. 137-155.
- Eby, M., et al. "Lifetime of anthropogenic climate change: millennial time scales of potential CO<sub>2</sub> and surface temperature perturbations." *Journal of Climate* 22.10 (2009): 2501-2511.

# /Transizione energetica / Energy Transition

## ambito

Ambientale  
Sociologico

## percorsi di lettura

Clima e consumo,  
Mitigazione  
e adattamento

Con il termine 'transizione' si intende il passaggio da una situazione (o una fase, o uno stato) ad un'altra situazione avente caratteristiche significativamente differenti rispetto a quella precedente.

Con '**transizione energetica**' si può intendere il passaggio da una situazione in cui l'**energia** viene prodotta tramite un certo mix energetico - ovvero in cui si ha una certa distribuzione del peso relativo di diverse fonti energetiche - ad un'altra in cui l'energia viene prodotta tramite un mix differente. Nel campo delle politiche ambientali ed energetiche, con tale termine si intende oggi il passaggio (atteso e/o perseguito) da un mix energetico composto in grande prevalenza da fonti non rinnovabili come i **combustibili fossili**, ad uno composto in prevalenza, o perlomeno in misura significativamente maggiore rispetto ad oggi, da **fonti rinnovabili**.

Le transizioni energetiche del passato hanno richiesto diversi decenni per giungere a completamento. A livello mondiale la transizione ad un mix energetico prevalentemente basato su fonti non rinnovabili si è verificata solo nel primo decennio del ventesimo secolo. Ciò grazie al deciso apporto del carbone tramite il quale, da solo, veniva prodotta più della metà dell'energia. Più di 50 anni sarebbero poi stati necessari, all'interno di questa inedita 'era dell'energia non rinnovabile', per vedere il carbone rimosso dalla prima posizione, sostituito dal petrolio (Smil, 2010). Si prevede che l'attuale transizione energetica non saprà sfuggire a questi tempi lunghi. Secondo l'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA, 2018) la quota di energia prodotta nel mondo da fonti rinnovabili sarà, nel 2040 e nello scenario più favorevole, all'incirca del 40%.

La definizione di transizione energetica qui riportata è centrata sul mutamento delle fonti energetiche utilizzate. Il termine può (o potrebbe) però ugualmente essere utilizzato per tenere conto di altri mutamenti. Tra questi risalta quello relativo alla quantità di energia prodotta (e consumata), sia in termini assoluti

che pro-capite.

Da dati ricavabili da Smil (2010), tra il 1800 e il 2008 la quantità di energia prodotta pro-capite è aumentata di circa il 220%, mentre l'energia prodotta in termini assoluti è aumentata di circa il 2140%. Stando agli studi sui picchi di produzione (es. picco del petrolio), una transizione energetica che avrà luogo nei prossimi decenni porterà alla contrazione generale della disponibilità di energia. Si tratterebbe di un fatto, questo, che può essere visto da alcuni come una catastrofe, da altri come una liberazione.

Da alcune parti invece (o contemporaneamente) si mette in risalto l'attuale transizione energetica come opportunità per ridurre la concentrazione (in pochi paesi, in pochi produttori) della produzione di energia e per favorire una maggiore partecipazione dei cittadini: in quanto produttori, siano essi isolati o in cooperazione tra loro, e in quanto consumatori consapevoli della necessità stessa della transizione energetica.

## Bibliografia

- IEA (International Energy Agency) (2018). World Energy Outlook 2018. Paris: IEA Publications.
- Smil, V. (2010). Energy Transitions. History, Requirements, Prospects. Santa Barbara, CA: Praeger.





Credo che avere la terra  
e non rovinarla sia la più  
bella forma d'arte che  
si possa desiderare.



*Andy Warhol*

Artista.

*La Filosofia di Andy Warhol*

# LESSICO *le*NUVOLE:

le parole del cambiamento climatico



# /uso del suolo e cambio d'uso del suolo/ Land use & Land use change

ambito  
Ambientale

percorsi di lettura  
Ambientale,  
Mitigazione  
e adattamento

Il **suolo** è una risorsa limitata i cui tempi di formazione sono generalmente molto lunghi, ma che può essere distrutto fisicamente o alterato chimicamente e biologicamente in tempi molto brevi, nonostante la sua **resilienza**, sino alla perdita delle proprie funzioni.

Componente chiave delle risorse fondiari dello sviluppo umano, agricolo e della sostenibilità ecologica, dalle differenti tipologie di suoli dipende l'intera produttività primaria terrestre e la stabilità della catena alimentare. La sua gestione è fondamentale essendo un importante *driver* (fattore d'influenza) nel **sistema climatico**.

Il suolo è il risultato dell'azione di diversi fattori; il concetto fu formalizzato nel 1941 dal pedologo (scienziato del suolo) Hans Jenny, nella prima e seconda versione della sua famosa equazione che connette le proprietà osservate del suolo con i fattori indipendenti che determinano la sua formazione quali:

$$I) S = f(\text{cl}, \text{o}, \text{r}, \text{p}, \text{t}, \dots)$$

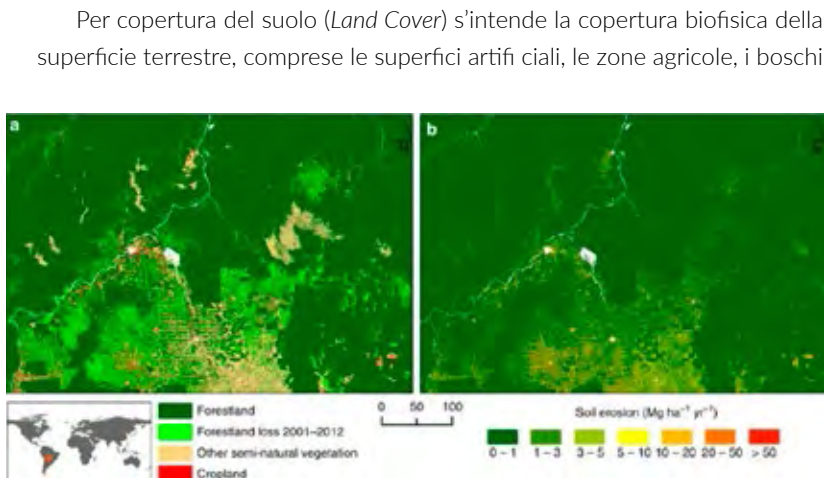
Dove: S = suolo; cl = **clima**; o = organismi; r = topografia (esposizione, pendenza, geomorfologia); p = roccia madre; t = tempo (momento iniziale della formazione di un suolo definito come pedogenesi); ... = altri fattori, di importanza locale.

$$II) I, s, v, a = f(P_x, L_0, t)$$

Dove: I = proprietà dell'ecosistema, s = proprietà del suolo, v = proprietà della vegetazione, a = proprietà della vita animale,  $L_0$  = valore delle proprietà al tempo zero (inizio della pedogenesi)

$P_x$  = potenziali di flusso, t = età dell'intero sistema.

Osservazione nelle variazioni di copertura del suolo e del suo uso nel tempo. Analisi condotta tramite immagini multispettrali di serie multitemporali satellitari. L'area riportata nell'immagine "a" è una regione del Mato Grosso in Brasile. Il verde chiaro indica la perdita di foresta tra il 2001 e il 2012. Nell'immagine "b" a fianco, vi è la rappresentazione del modello di erosione del suolo che mostra il tasso di perdita di foresta nel Mato Grosso. (Fonte: Borrelli P., et al. 2013).



e le foreste, le aree seminaturali, le zone umide, i corpi idrici, come definita dalla direttiva 2007/2/CE.

L'uso del suolo (*Land Use*) è, invece, un riflesso delle interazioni tra l'uomo e la copertura del suolo e costituisce quindi una descrizione di come il suolo venga impiegato in attività antropiche.

La direttiva 2007/2/CE definisce l'uso del suolo come una classificazione del territorio in base alla dimensione funzionale o alla destinazione socioeconomica presenti e programmate per il futuro (ad esempio: residenziale, industriale, agricolo, forestale, etc.).

Un cambio di uso del suolo (*Land Use Change*) consiste in una variazione di destinazione d'uso a cui si può accompagnare anche il cambio di copertura che può avere o non avere un effetto sullo stato reale (chimico, fisico e biologico) del suolo.

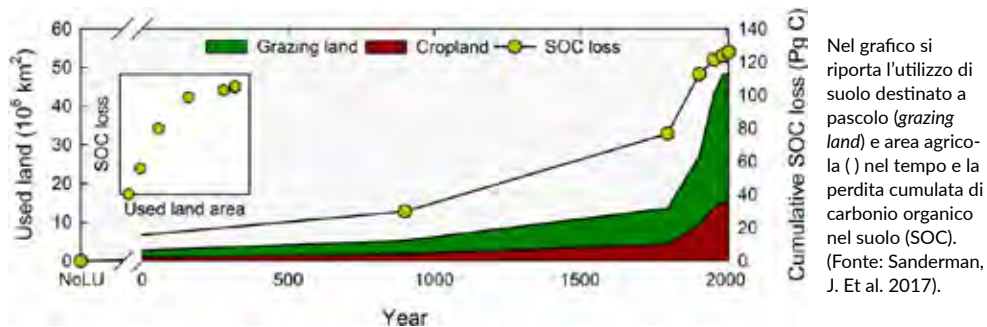
Il cambio d'uso del suolo produce effetti negativi quando altera irrimediabilmente le

sue funzioni e capacità di fornire **servizi ecosistemici** e la sua **biodiversità**.

**Feedback (retroazioni)** negativi nella sua gestione sono rappresentati: dall'impermeabilizzazione per cementificazione (noto anche come consumo di suolo); l'attività mineraria estrattiva; la **deforestazione** in ecosistemi forestali pluviali laddove il sistema dipende interamente dal ciclo della sostanza organica, come ad esempio le foreste del Brasile e del Borneo.

La crescente pressione antropica, la maggior domanda di cibo (in particolare carne) legata all'aumento demografico hanno determinato una forte conversione di molti suoli in precedenza foreste, arbusteti e ambienti umidi in terreni agricoli a spiccata impronta antropica con notevoli effetti sulle caratteristiche fisico-chimiche dei suoli.

Ad una perdita di sostanza organica a seguito di pratiche intensive si è accompagnato un aumento delle emissioni di **gas serra** in **atmosfera**. (Sanderman, J. Et al. 2017).



Nel grafico si riporta l'utilizzo di suolo destinato a pascolo (*grazing land*) e area agricola (*cropland*) nel tempo e la perdita cumulata di carbonio organico nel suolo (SOC). (Fonte: Sanderman, J. Et al. 2017).

### Bibliografia

- Borrelli, Pasquale, et al. "An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion." *Nature communications* 8.1 (2017): 2013.
- Foley, Jonathan A., et al. "Global consequences of land use." *Science* 309.5734 (2005): 570-574.
- Hansen, Matthew C., et al. "High-resolution global maps of 21st-century forest cover change." *Science* 342.6160 (2013): 850-853.
- Noble, I., et al. *Land use, land use change, and forestry*. Cambridge University Press, 2000.
- Sanderman, Jonathan, Tomislav Hengl, and Gregory J. Fiske. "Soil carbon debt of 12,000 years of human land use." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114.36 (2017): 9575-9580.

## /Variabilità climatica/ Climatic variability

**ambito**  
Fisico

La **variabilità climatica** fa riferimento a tutte le variazioni di stato medio e di altre statistiche (quali la deviazione standard, il verificarsi di eventi estremi, etc.) del **clima** a tutte le scale spaziali e temporali al di là di quelle dei singoli eventi meteorologici. Tale variabilità può essere interna se dovuta a processi naturali interni al **sistema climatico**, o esterna se derivante da variazioni di forzanti esterni naturali o antropogenici.

### *Bibliografia*

- CMCC, 2017. Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC). Prima stesura per la consultazione Pubblica. Documento elaborato da CMCC nell'ambito del Supporto tecnico-scientifico per il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) ai fini dell'Elaborazione del Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC).
- Glantz, Michael H., ed. Climate variability, climate change and fisheries. Cambridge university press, 2005.
- Mayewski, Paul A., et al. "Holocene climate variability." Quaternary research 62.3 (2004): 243-255.

## /Vulnerabilità/ Vulnerability

**ambito**  
Ambientale

**percorso di lettura**  
Rischio

La **vulnerabilità** viene definita come la propensione degli elementi esposti di un sistema (persone, edifici, infrastrutture, attività economiche, etc.) ad essere negativamente alterato e danneggiato a seguito di eventi pericolosi. L'intensità degli impatti del **cambiamento climatico** dipende fortemente dal livello di vulnerabilità e di esposizione a questi eventi. La vulnerabilità rappresenta il grado di suscettibilità (**sensitività**) a subire un danno a seconda dell'esposizione agli stress associata all'incapacità di fronteggiare un fenomeno o adattarsi. L'IPCC descrive la vulnerabilità come la funzione diretta di esposizione e sensitività, e come funzione inversa della capacità adattiva. Ciò significa che la vulnerabilità di un sistema aumenta all'incremento di sensitività o **esposizione** e diminuisce se esiste un buon livello di capacità adattiva.

### Bibliografia

- IPCC, 2014: Annex II: Glossary [Mach, K.J., S. Plattner and C. von Stechow (eds.)]. In: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 117-130.
- Adger, W.N. 2006. Vulnerability. *Global Environmental Change*; 16(3), 268-281.
- Belcore, E.; Calvo, A.; Canessa, C.; Pezzoli, A. A Methodology for the Vulnerability Analysis of the Climate Change in the Oromia Region, Ethiopia. In *Renewing Local Planning to Face Climate Change in the Tropics*; Tiepolo, M., Pezzoli, A., Tarchiani, V., Eds.; Springer, Cambridge International Science Publishing: Great Abingdon, UK, 2017; pp. 73-102. ISBN 978-3-319-59095-0.





Ora c'erano di nuovo molte  
parole in circolazione,  
e la realtà di nuovo appariva  
a portata di mano.



*Natalia Ginzburg*

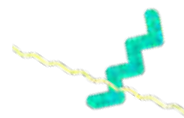
Scrittrice.  
*Lessico familiare*





## Bibliografia generale

---



Acordon V., Castellano C., Cat Berro D., Mercalli L., (2009) *Che tempo che farà. Breve storia del clima con uno sguardo al futuro*, Collana Saggi italiani, Milano, Rizzoli.

Armaroli N., Balzani V. (2017), *Energia per l'astronave Terra*, Zanichelli.

Armaroli N., Balzani V. (2017), *Energia oggi e domani*, Bonomia University Press.

Bagliani M. (2019), *Il cambiamento climatico in prospettiva geografica: aspetti fisici, impatti, politiche*, Il Mulino.

Bagliani M., Pietta A. (2012), *Territorio e sostenibilità. Gli indicatori ambientali in geografia*, Patron.

Bindoff, N.L., P.A. Stott, K.M. AchutaRao, et al., 2013: *Detection and Attribution of Climate Change: from Global to Regional*. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Caimotto M.C. (2019), *Anglicisms in Italian environmentally friendly marketing. English as the global language of capitalism or sustainability?*, in Ji C. (Ed.) *Translating and Communicating Environmental Cultures*. London and New York: Routledge.

Caimotto M.C. (2015). *Gli stakeholder contro il climate change per un mondo più green versus parla come mangi. L'uso degli anglicismi nei testi promozionali a sfondo ambientalista: un'analisi discorsiva*, in Daniela Fargione and Serenella Iovino (eds.) *Contaminazioni ecologiche: Cibi, Nature, Culture*, Irene – Interdisciplinary Researches.

Caimotto M.C. (2013), *The unsustainable Anglicization of sustainability discourse in Italian green companies*, in R. Salvi and W. Cheng (eds.) *Textus*. Carocci, Roma.

Caimotto M.C. e Molino, A. (2011) *Anglicisms in Italian as alerts to greenwashing: a case study*, in *Critical Approaches to Discourse Analysis across Disciplines*. Vol. 5 (1): 1 – 16.

Cat Berro D., Mercalli L., Piccini P. (2007), *Ghiacciai in Valsesia*, SMS - Società Meteorologica Subalpina.

Cat Berro D., Mercalli L. (2005), *Climi, acque e ghiacciai tra Gran Paradiso e Canavese*, SMS - Società Meteorologica Subalpina.

CMCC, 2017. Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC). Prima stesura per la consultazione Pubblica. Documento elaborato da CMCC nell'ambito del Supporto tecnico-scientifico per il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) ai fini dell'Elaborazione del Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC).

Dansero E., Bagliani M. (2011), *Politiche per l'ambiente*, UTET Università.

Ellis, Erle C., *Ecology in an anthropogenic biosphere*. Ecological Monographs 85.3

(2015): 287-331.

Fargione D., Concilio C. (a cura di) (2017), *Antroposcenari. Storie, paesaggi, ecologie*. Bologna: Il Mulino, Percorsi.

Giddens, A. (2015). *La politica del cambiamento climatico*. Il Saggiatore. Milano.

Gore, Al. (2006), *An inconvenient truth: The planetary emergency of global warming and what we can do about it*. Rodale.

Hansen, Matthew C., et al., *High-resolution global maps of 21st-century forest cover change*. Science 342.6160 (2013): 850-853.

Hartmann, D.L., A.M.G. Klein Tank, M. Rusticucci, et al., 2013: *Observations: Atmosphere and Surface*. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Hinkel, Jochen, et al., *Sea-level rise scenarios and coastal risk management*. Nature Climate Change 5.3 (2015): 188.

Höhne, N., Kuramochi, T., Warnecke, C., et al. (2017). *The Paris Agreement: resolving the inconsistency between global goals and national contributions*. Climate Policy, 17(1), 16-32.

Houghton, John Theodore, Geoffrey J. Jenkins, and Jim J. Ephraums. *Climate change*. 1991

Howells, Mark, et al., *Integrated analysis of climate change, land-use, energy and water strategies*, Nature Climate Change 3.7 (2013): 621.

Hsu, A., Moffat, A. S., Weinfurter, A. J., & Schwartz, J. D. (2015). *Towards a new climate diplomacy*. Nature Climate Change, 5(6), 501.

IPCC, 2014: Annex II: Glossary [Mach, K.J., S. Plankton and C. von Stechow (eds.)]. In: *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 117-130.

IPCC REPORTS <https://www.ipcc.ch/2019/>

Jeffery, L., Fyson, C., Alexander, R., Gutschow, J., Rocha, M., Cantzler, J. Blok, K. (2015). *2.7 °C is not enough – we can get lower* – Climate Action Tracker update 8 December 2015.

Klein Goldewijk, Kees, et al., *The HYDE 3.1 spatially explicit database of human-induced global land-use change over the past 12,000 years.*, Global Ecology and Biogeography 20.1 (2011): 73-86.

Krueger, R. e Gibbs D. (a cura di), 2007, *The sustainable development paradox. Urban political economy in the United States and Europe*. London and New York: The Guilford Press

Lakoff, G. (2010), *Why it matters how we frame the environment*, Environmental Communication, 4:1, 70-81, DOI: 10.1080/17524030903529749

Lambin, Eric F., and Patrick Meyfroidt., *Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity*, Proceedings of the National Academy of Sciences 108.9 (2011): 3465-3472.

Mazo, Jeffrey, *Climate conflict: how global warming threatens security and what to do about it*. Routledge, 2010.

Mercalli L., Di Napoli G. (1996) Moncalieri, *130 anni di meteorologia*, SMS - Società Meteorologica Subalpina.

Mercalli L., Di Napoli G. (2008), *Il clima di Torino*, SMS - Società Meteorologica Subalpina.

Mercalli L. (2019), *Il clima che cambia. Perché il riscaldamento globale è un problema vero, e come fare per fermarlo*, Collana Le scoperte · Le invenzioni, Milano, BUR Rizzoli.

Meyer, William B., and Billie L. Turner, *Human population growth and global land-use/cover change*, Annual review of ecology and systematics 23.1 (1992): 39-61.

Muller R. (2012), *Energia per i presidenti del futuro*, Codice Edizioni.

Poole, S. (2006), *Unspeak*. London: Little, Brown.

O'Neill, Brian C., et al., *IPCC reasons for concern regarding climate change risks*, Nature Climate Change 7.1 (2017): 28.

Rockström J., Klum M. (2015), *Grande mondo, piccolo pianeta, La prosperità entro i confini planetari*, Edizioni – Ambiente.

Stanley E. Manahan (2000), *Chimica dell'ambiente*, Piccin, Padova.

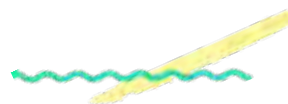
Task Force on Climate-related Financial Disclosures. (2017). Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures.

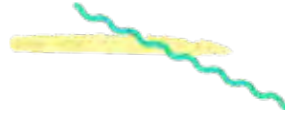
UNEP, *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters Report*: ([https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SREX\\_Full\\_Report-1.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SREX_Full_Report-1.pdf))

Walther, Gian-Reto, et al., *Ecological responses to recent climate change*, Nature 416.6879 (2002): 389.

Wolf, Eric, et al., *Climate updates: what have we learnt since the IPCC 5th Assessment Report?*, (2017).

Wolff, E., et al., *The Royal Society Climate Updates: What have we learnt since the IPCC 5th Assessment Report?*, (2017)



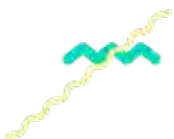


## Sitografia generale

---

[anthropocene.info](http://anthropocene.info)  
[anthropocene.mast.org](http://anthropocene.mast.org)  
[arpa.piemonte.it](http://arpa.piemonte.it)  
[asle.org](http://asle.org)  
[asvis.it](http://asvis.it)  
[biodiversitylibrary.org](http://biodiversitylibrary.org)  
[climalteranti.it](http://climalteranti.it)  
[climate.nasa.gov](http://climate.nasa.gov)  
[climate.copernicus.eu](http://climate.copernicus.eu)  
[cmcc.it](http://cmcc.it)  
[data.footprintnetwork.org](http://data.footprintnetwork.org)  
[earth.nullschool.net](http://earth.nullschool.net)  
[ec.europa.eu/environment](http://ec.europa.eu/environment)  
[epa.gov](http://epa.gov)  
[fao.org](http://fao.org)  
[footprintnetwork.org](http://footprintnetwork.org)  
[fsb-tcfd.org](http://fsb-tcfd.org)  
[ghgprotocol.org](http://ghgprotocol.org)  
[globalforestwatch.org](http://globalforestwatch.org)  
[globalreporting.org](http://globalreporting.org)

[greenreport.it](http://greenreport.it)  
[iea.org](http://iea.org)  
[ipcc.ch](http://ipcc.ch)  
[isprambiente.gov.it](http://isprambiente.gov.it)  
[iucn.it](http://iucn.it)  
[iufro.org](http://iufro.org)  
[iuss.org](http://iuss.org)  
[land.copernicus.eu](http://land.copernicus.eu)  
[minambiente.it](http://minambiente.it)  
[nationalgeographic.com](http://nationalgeographic.com)  
[nrdc.org](http://nrdc.org)  
[ourworldindata.org](http://ourworldindata.org)  
[public.wmo.int](http://public.wmo.int)  
[progettogea.com](http://progettogea.com)  
[protezionecivile.gov.it](http://protezionecivile.gov.it)  
[svs.gsfc.nasa.gov](http://svs.gsfc.nasa.gov)  
[theanthropocene.org](http://theanthropocene.org)  
[windy.com](http://windy.com)  
[wri.org/tags/biodiversity](http://wri.org/tags/biodiversity)





- Acidificazione degli oceani- p.30  
Adattamento ai cambiamenti climatici - p.32  
Aereosol - p.33  
Alluvione e allagamento - p.35  
Anidride carbonica - p.36  
Antropocene e Olocene - p.38  
Antropocene e Olocene - p.40  
Aridità - p.42  
Atmosfera, Biosfera, Criosfera, Idrosfera, Pedosfera, Litosfera - p.43  
Bilancio energetico - p.47  
Bilancio idrologico - p.50  
Biodiversità - p.52  
Cambiamenti climatici - p.56  
Capacità di adattamento agli impatti del cambiamento climatico - p.57  
Ciclo biogeochimico - p.59  
Climate-change fiction, Cli-Fi fiction, Eco-fiction - p.61  
Clima - p.62  
Combustibili fossili - p.63  
Combustione - p.65  
Consumo - p.67  
Correnti oceaniche - p.69  
Deforestazione - p.73  
Disastro - p.76  
Driver - p.77  
Effetto serra - p.80  
Energia - p.81  
Environmental Humanities (Studi umanistici ambientali) - p.83  
Esposizione - p.84  
Evento meteorologico estremo - p.85  
Fonti di Energia Rinnovabile - p.88  
Forzante radiativo - p.89  
Gas Serra - p.92  
Giustizia climatica - p.94  
Glaciazioni ed ere glaciali - p.95  
Impronta di carbonio - p.100  
Impronta ecologica - p.102  
IPPC - Intergovernmental Panel on Climate Change - p.104  
Meteorologia - p.108  
Microclima e Isola urbana di calore - p.109  
Mitigazione - p.111  
Modello climatico - p.112  
Negazionismo climatico - p.116  
Ondate di calore - p.117  
Percezione del cambiamento climatico - p.120  
Pericolo - p.122  
Produzione - p.123  
Report di sostenibilità - p.126  
Resilienza - p.128  
Resistenza ai cambiamenti climatici - p.129  
Retroazioni - p.130  
Riscaldamento globale - p.132  
Rischio - p.133  
Rischio e pericolo - p.134  
Scenario climatico - p.138  
Sensibilità - p.139  
Servizi ecosistemici - p.140  
Siccità - p.142  
Sistema climatico - p.144  
Sistema di allerta precoce - p.146  
Sviluppo sostenibile - p.147  
Task Force on Climate Related Financial Disclosure (TCFD) - p.150  
Tempi scala - p.152  
Transizione energetica - p.153  
Uso del suolo e cambio d'uso del suolo - p.156  
Variabilità climatica - p.158  
Vulnerabilità - p.159

Una guida linguistica e scientifica sui cambiamenti climatici, una realtà in continua trasformazione nella sua fenomenologia e nella rappresentazione mediatica.

Per fondare la comprensione su solide basi scientifiche, per interpretare e diffondere correttamente le informazioni, e quindi indirizzare scelte e soluzioni future, serve un lessico condiviso come strumento di comunicazione.

Da questa necessità nasce *Lessico e Nuvole: le parole del cambiamento climatico*, un modo innovativo di presentare definizioni e riferimenti, corredato da percorsi di lettura che permettono al lettore di concatenare gli argomenti in funzione dei suoi interessi e degli scopi di consultazione.

Una bussola per insegnanti, studenti, comunicatori e chiunque voglia acquisire maggiore consapevolezza su questo tema.

**Gianni Latini.** Fisico, divulgatore scientifico, esperto in progettazione e organizzazione di eventi e attività di diffusione della cultura scientifica per le scuole e il grande pubblico. Dal 2008 fa parte di Agorà Scienza.

**Tommaso Orusa.** Dottore Forestale, Meteo-Nivologo e divulgatore scientifico. Attualmente borsista di ricerca presso l'UniTo Green Office e collaboratore del gruppo di ricerca di Geomatica e Telerilevamento Geo4Agri del DISAFA dell'Università di Torino.

**Marco Bagliani.** Insegna "Geografia Economica e Politica" e "Cambiamento climatico: strumenti e politiche" presso l'Università di Torino. È autore, tra l'altro, di «Politiche per l'ambiente. Dalla natura al territorio» (Torino, 2011); «Territorio e sostenibilità: gli indicatori ambientali in geografia» (Bologna, 2012) e «Il cambiamento climatico in prospettiva geografica: aspetti fisici, impatti, politiche» (Il Mulino, 2019).

