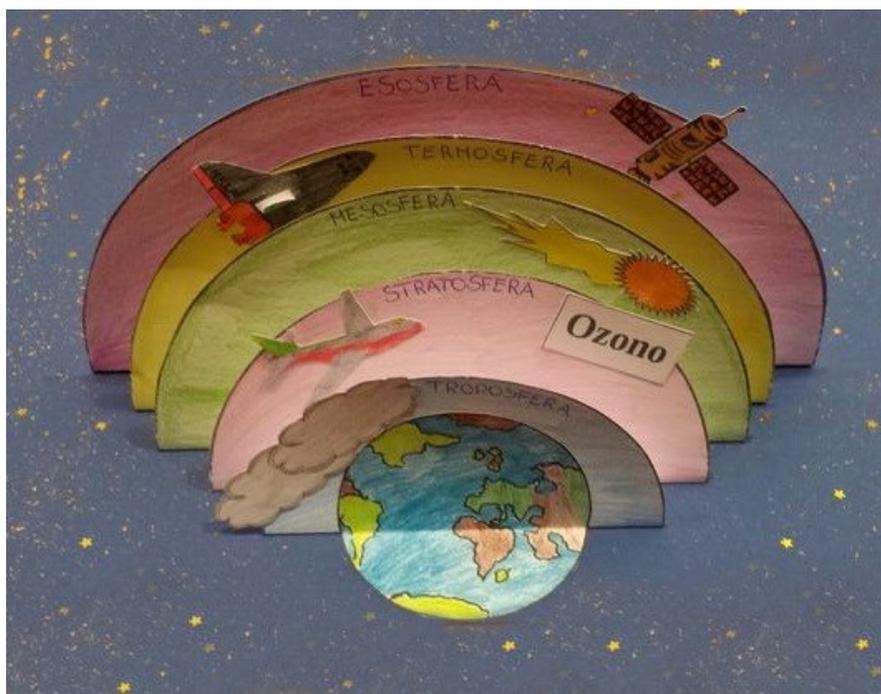


UN VOLO SULLA CONOSCENZA

Quaderni

L'ATMOSFERA TERRESTRE ED I SUOI FENOMENI



Quaderni

L'ATMOSFERA TERRESTRE
ED I SUOI FENOMENI

UN VOLO SULLA CONOSCENZA

Carlo Bartolini
Anguillara Sabazia
2018

INDICE

Il “Cielo”....ma è davvero così grande?	6
Sapete che le particelle dell’aria che respiriamo si muovono più velocemente di un Jet?	9
Il peso dell’aria: la pressione atmosferica	10
L’importanza dell’acqua	15
Il ciclo dell’acqua	15
Come si è formata l’acqua sulla Terra	20
L’acqua esisteva già prima della formazione della Terra ?	22
Come si è giunti all’Atmosfera (Troposfera) di oggi	24
Sapete perché si originano le “bolle” nell’acqua che bolle?	26
Come nascono le nuvole	30
Qualche altra parola sulla formazione delle nubi	33
Le tipologie di nubi	37

Le nubi convettive o a sviluppo verticale	38
Le nubi a prevalente sviluppo orizzontale	41
Le nebbie	42
Ma quanto pesa una nuvola?	44
I "vuoti d'aria"	46
Le "Correnti a getto"	51
I movimenti delle masse d'aria	54
La forza di Coriolis	56
I venti	59
La classificazione dei venti	60
La forza dei venti: la Scala Beaufort	62
Uragani, cicloni, tornado, tifoni, trombe d'aria	64
La forza degli uragani e dei cicloni	65
Il Clima	67
Le previsioni meteorologiche	72
Perché il cielo è blu?	77
Ma, allora, perché il cielo ci appare anche rosso?	79
L'arcobaleno	80
La magnetosfera	82
Gli altri stati dell'Atmosfera terrestre	84
Le aurore polari	87

Tutti sappiamo, più o meno, cosa è l'Atmosfera terrestre. Sappiamo che è suddivisa in strati, che tutti hanno la loro importanza per la vita sulla Terra, ma, spesso, ci sfuggono facili nozioni che possono aiutarci a comprendere meglio le cose di tutti i giorni.

Parleremo essenzialmente di quella piccolissima e fragile linea che avvolge la Terra e che ci protegge dal vuoto siderale: quella parte di Atmosfera che abbiamo denominato Troposfera, la nostra unica nostra “salvezza”, da amare proteggere e tutelare.

Il “Cielo”....ma è davvero così grande?

Iniziamo guardandoci intorno, proprio verso quel cielo che ci sovrasta.

Quante volte lo abbiamo guardato nella sua magnificenza ed abbiamo provato un intimo piacere nell'apprezzarne la luminosità che ci offre nella sua continua e mutevole varietà di colori !



E' per questo cielo che conosciamo la vita così come è. E' in questa “aria” che fa parte un involucro che circonda la Terra e che noi chiamiamo Atmosfera, che si manifestano tutte le condizioni meteorologiche che scandiscono il ritmo delle stagioni, della semina e dei raccolti.

Questa “aria”, l'abbiamo definita con il nome “Troposfera”

Nella sua bellezza, il cielo, e quindi la Troposfera, ci appare infinito.

Ma è proprio così?

Noi abitiamo in un luogo bellissimo, posto ai margini del lago di Bracciano.

Guardando il lago dal nostro paese, Anguillara, vedremo alla nostra sinistra la cittadina di Bracciano con il suo magnifico castello e, a destra, Trevignano dove, dal suo punto più panoramico, si lanciano i parapendio.

La distanza che separa le due località è di 10 Km esatti. Potremmo anche dire: è di soli 10 Km!

Adesso che con gli occhi sappiamo valutare quanti siano nella realtà 10 km, possiamo comprendere meglio quanto è “grande il cielo” (la Troposfera).

Quel magnifico celeste, o meglio quell’aria che circonda la Terra, che noi respiriamo e nella quale avvengono tutti i fenomeni meteorologici, sopra il nostro paese di Anguillara, termina proprio dopo soli 10 km.....

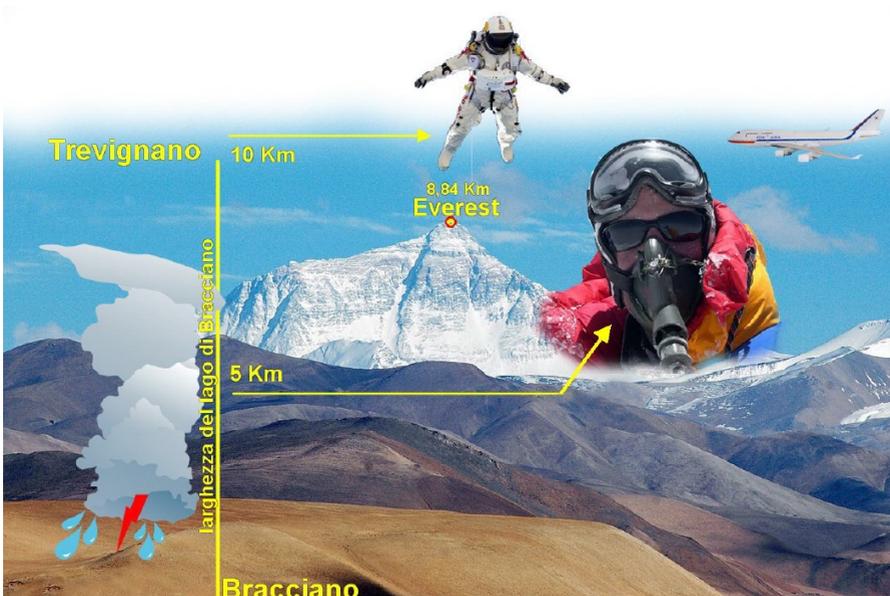


La densità della Troposfera decresce progressivamente: dove abitiamo noi la sua densità è massima e noi possiamo respirare normalmente.

Quante volte abbiamo veduto una barca a vela navigare al centro del lago!

Immaginando di spostare la barca in cielo di una misura pari alla distanza che la separa da noi (grossomodo quella che separa la cittadina di Bracciano dal centro del Lago), il suo pilota dovrebbe indossare una maschera ad ossigeno per poter respirare normalmente.

All'altitudine di 10 km gli occorrerebbe anche una tuta speciale. E questa è anche l'altitudine massima che raggiungono gli aerei di linea, che possiamo ben vedere quando lasciano in cielo le loro bianche scie.

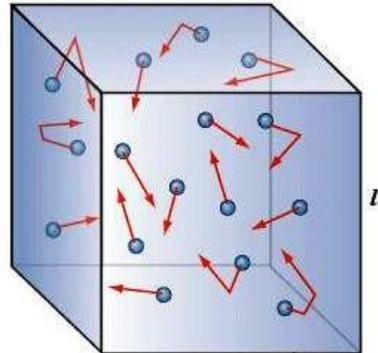


Sapete che le particelle dell'aria che respiriamo si muovono più velocemente di un Jet?

L'aria che respiriamo è composta da vari gas e, se non c'è vento o stiamo in un ambiente chiuso, ci appare del tutto immobile. Tuttavia, le molecole che la compongono sono tutt'altro che ferme. Pensate: ciascuna molecola si agita alla frenetica velocità di 1.800 chilometri all'ora (quella di uno dei più veloci jet militari) e in un secondo percorre la distanza di circa 500 metri!

...ma allora perché non ce ne accorgiamo?

Perché le molecole che compongono l'aria sono così piccole e tante che finiscono per urtarsi e rimbalzare le une con le altre, su tutte le superfici, compreso il nostro corpo, facendo sì che la distanza di circa 500 metri al secondo, percorsa alla velocità di circa 1.800 km/h, di fatto, venga percor-



sa a “zig-zag” all'interno di spazi piccolissimi non valutabili dai sensi umani, per cui l'aria ci appare immobile, così come invisibili sono le molecole per il nostro occhio.

Il peso dell'aria: la pressione atmosferica

Quante volte avete sorbito una bibita con una cannuccia e la cosa vi è apparsa del tutto normale?

Se immergete una cannuccia in un bicchiere con una bibita..... non succede nulla.....a meno che non iniziate a succhiare.

Cosa sta avvenendo?

Iniziando a succhiare, prima di tutto, iniziate ad aspirare l'aria che è rimasta nella cannuccia facendo sì che la pressione interna alla cannuccia stessa diminuisca notevolmente rispetto a quella atmosferica che rimane invariata e che continua a premere sulla superficie della bibita.

Quindi la bibita risale nella cannuccia non tanto perché voi siete più alti rispetto al bicchiere e la state succhiando, ma perché la pressione atmosferica, premendo sulla superficie della bibita, la spinge facendola risalire dentro la cannuccia dalla quale state togliendo l'aria.



Ma se vi affacciaste dal terzo piano di un palazzo e prendeste una cannuccia lunga 11 metri e provaste nuovamente a succhiare, riuscireste a bere la bibita?

La maggior parte di voi, probabilmente, dirà:

no, perché non abbiamo la forza di aspirare con tanta potenza, essendo troppo alti e lontani dal bicchiere.

Benissimo, effettivamente non ci riuscireste.

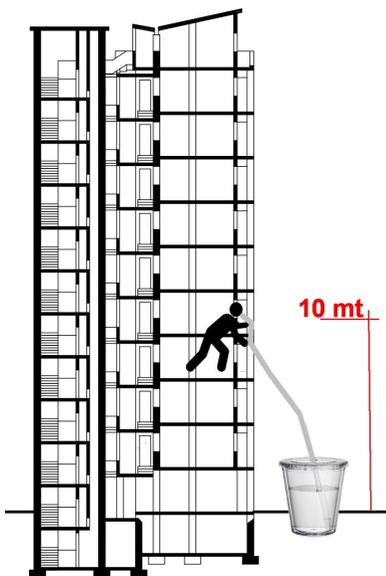
Ma noi vogliamo aiutarvi portando al terzo piano una potente pompa aspirante, azionata da un motore elettrico (o a scoppio) altrettanto potente, facendo in modo che a succhiare sia lei. Adesso, riuscireste a bere la bibita?

Che ci dite?

Se avete qualche incertezza, continuate a leggere.:-)

...**no**, ancora non riuscireste a berla.

La bibita risalirebbe nella cannuccia fino a poco più di 10 metri e solo se state facendo l'esperimento al livello del mare...



Questo perché è solo la pressione che l'atmosfera esercita sulla superficie della bibita a far risalire la bibita stessa nella cannuccia.

Ovvero, è il peso di tutta la colonna d'aria sovrastante il bicchiere (misurata fino ai confini della troposfera), che spingerà la bibita nella cannuccia fino a quando il peso della bibita stessa non sarà uguale a quello della colonna d'aria. Cosa che avverrà quando la bibita avrà raggiunto nella cannuccia l'altezza di 10 metri.

A questo punto immaginiamo intervenga la domanda: ma quanto pesa l'aria?

Il peso di tutta la colonna d'aria che ci sovrasta (riferita all'altezza media dell'atmosfera terrestre, valutata essere 11 chilometri), è pari a 1 chilo e 33 grammi al centimetro quadrato.

Questo peso è stato denominato “pressione atmosferica” ed è appunto equivalente a quello di una colonna d'acqua alta poco più di 10 metri. ...ogni centimetro quadrato della nostra pelle, sopporta dunque un peso di un chilogrammo...che noi non sentiamo perché il nostro corpo lo bilancia contrapponendo una uguale pressione interna.



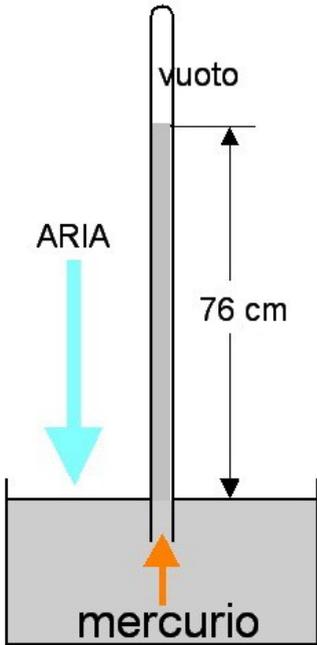
A determinare il peso dell'aria è il numero di molecole dei gas che la compongono. Questo numero e quindi il peso, non è tuttavia costante: varia al variare dell'altitudine, ma varia anche a causa di fatti accidentali indotti dai venti, dal vapore acqueo, dal riscaldamento o dal raffreddamento delle masse d'aria

Durante la lettura delle previsioni meteo in TV, avrete certamente sentito parlare di “alta e bassa pressione”, ovvero di minore o maggior peso dell'aria.

Queste fluttuazioni oggi sono facilmente misurabili anche con strumenti diventati di uso comune, tuttavia le prime osservazioni alle

quali possiamo far risalire l'inizio della moderna meteorologia, risalgono ai primi decenni del 1600, quando Evangelista Torricelli, fisico e matematico italiano, inventò il barometro.

Prese anche lui una bacinella ed un tubo di vetro, qualche cosa di



simile al bicchiere con la bibita ed alla cannuccia dei quali abbiamo parlato. Solo che invece adoperare dell'acqua, adoperò il mercurio, un metallo molto pesante (pesante più di dieci volte l'acqua) e che ha la caratteristica di rimanere liquido alla temperatura ambiente.

Questo gli consentì di adoperare al posto di una "cannuccia" lunga dieci metri, un tubo di vetro dieci volte più corto (lungo solo un metro) ed al quale aspirò l'aria.

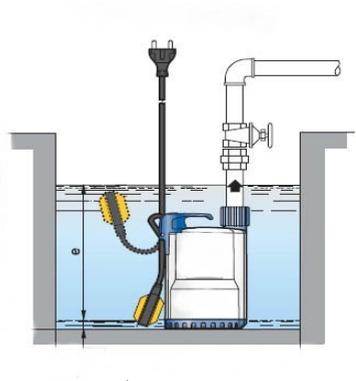
Poté così notare che il mercurio risaliva nel tubo per 76 centimetri (corrispondenti al peso dei 10 metri d'acqua) e che al variare della pressione atmosferica, variava anche l'altezza del mercurio.

Era nato il primo barometro, parola derivata dal greco e composta dai termini "peso" e "misura".

Per concludere e bersi finalmente la faticata bibita, l'unica possibilità di farla risalire oltre i dieci metri è quella di immergere una pompa direttamente nel bicchiere per far sì che la bibita venga spinta nella cannuccia, anziché aspirata.

Ovviamente, nella realtà le pompe si adoperano per estrarre l'acqua dai pozzi e non certo per bere una bibita da un bicchiere.

Ma la cosa non cambia: una pompa aspirante non può succhiare acqua da un pozzo che sia profondo oltre 10 metri.

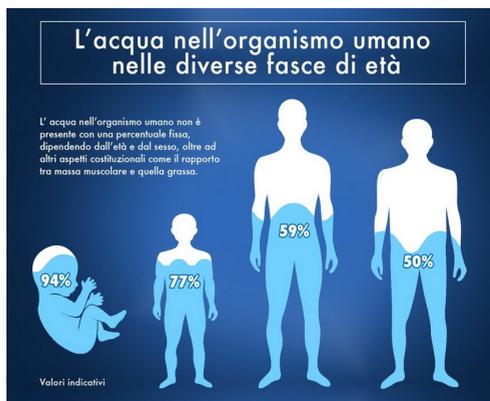


Per estrarre l'acqua da quella profondità occorre necessariamente immergervi una la pompa in grado di spingerla verso l'alto.

L'importanza dell'acqua

L'acqua è all'origine della vita sulla Terra ed è essenziale non solo per l'uomo, ma anche per tutti gli altri esseri viventi.

In tutti questi organismi e dunque uomo compreso, l'acqua rappresenta la maggior parte della loro composizione



L'acqua e il clima

L'acqua e gli effetti del suo riscaldamento o raffreddamento hanno inoltre un ruolo determinante nei confronti di tutti i fenomeni climatici.

Per la prima volta, nel mese di ottobre 2017, i responsabili dei bacini fluviali più rappresentativi di tutti i Continenti si sono incontrati a Roma (la cosiddetta "Dichiarazione di Roma") con l'obiettivo di iniziare un dialogo volto ad affrontare il futuro dell'acqua e la minaccia dei mutamenti climatici sempre più frequenti e violenti.

Il ciclo dell'acqua

L'acqua, come l'aria, è costituita da molecole che hanno una massa e non si disperdono nello spazio perchè sono soggette alla forza di gravità che le trattiene legate alla Terra.

La quantità dell'acqua è la stessa di quanta ne esisteva in un lontano passato

Di fatto, viene continuamente riciclata da processi naturali nel “ciclo dell’acqua”.

Anche l’uomo ha imparato a riciclarla ed un piccolo esempio che certamente colpisce è il riciclo in acqua potabile di tutti i “liquidi umani” che viene attuato nelle stazioni spaziali orbitanti intorno alla Terra .



Il ciclo dell’acqua: dalla terra al cielo per tornare alla terra.

Il ciclo funziona più o meno così ed conosciuto a livello scientifico come “**ciclo idrologico**”.

Questo processo è molto importante, perché garantisce la rigenerazione dell’acqua che, altrimenti, una volta consumata si esaurirebbe.....e, se non ci fosse più acqua a disposizione, la vita sulla Terra finirebbe.

L’acqua, come sopra detto, è una risorsa vitale per tutti: esseri umani, piante e animali.

Il suo ciclo si svolge in quattro fasi: **evaporazione, condensazione, precipitazione e infiltrazione.**

Eccole spiegate nel dettaglio. *(il testo che segue è tratto da Storie-di-*

Evaporazione

In questa prima fase, il Sole scalda l'acqua dei mari e dei fiumi, ma anche quella che si trova nelle piante e negli esseri viventi, trasformandola in vapore.

Dallo stato liquido, l'acqua passa quindi a quello gassoso ed evapora, salendo verso il cielo.



In verità, sappiamo che il vapore non è visibile e l'immagine serve solo a dare l'idea dell'evaporazione

Condensazione

Una volta raggiunti gli strati più alti del cielo, dove le temperature sono molto basse, il vapore acqueo – che invece è caldo e leggero – si raffredda.

In quel momento subisce una nuova trasformazione tornando allo stato liquido. Si formano così tante piccole gocce che, unendosi, vanno a comporre le nuvole.



Precipitazione

Più le varie goccioline si aggregano, più le nuvole diventano grandi e pesanti. A un certo punto, dal momento che il loro peso è aumentato troppo, le gocce cominciano a cadere a terra

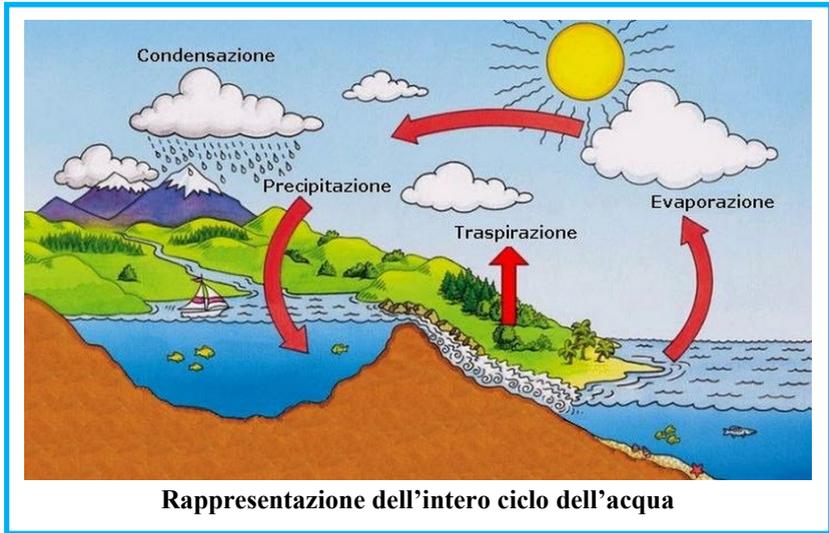


sotto forma di pioggia, oppure grandine o neve, a seconda della temperatura che c'è nell'aria.

Infiltrazione

Quando ritorna alla terra, l'acqua va a depositarsi nei fiumi, nei laghi, nei mari e negli oceani. Un'altra parte precipita sul terreno, dove viene assorbita fino a grandi profondità: infiltrandosi e scorrendo così nel sottosuolo e tra le rocce, l'acqua alimenta le falde idriche e diventa in alcuni casi, acqua minerale naturale. ...e il processo ricomincia.





La siccità

I continui richiami alla siccità ed alla mancanza d'acqua non dipendono quindi dalla diminuzione della sua quantità quanto dal fatto che, nel tempo, la “civiltà moderna” ha aumentato notevolmente la richiesta e quindi lo sfruttamento delle risorse idriche che, peraltro, hanno subito importanti variazioni di posizione sia a causa di eventi naturali che delle attività umane stesse.



Si pensi al progressivo prosciugamento del fiume Colorado determinato sia dalle modifiche climatiche che dall'utilizzo delle sue acque per scopi di produzione idroelettrica, di agricoltura intensiva e dell'accresciuta esigenza di acqua potabile da parte dell'espansione delle città.

Come si è formata l'acqua sulla Terra

Una delle teorie fino ad oggi più accreditate suggerisce che la Terra, al momento della sua formazione (4,5 miliardi di anni fa), fosse priva d'acqua e che questa sia giunta trasportata da comete che dovrebbero averla intensamente bombardata per milioni e milioni d'anni.

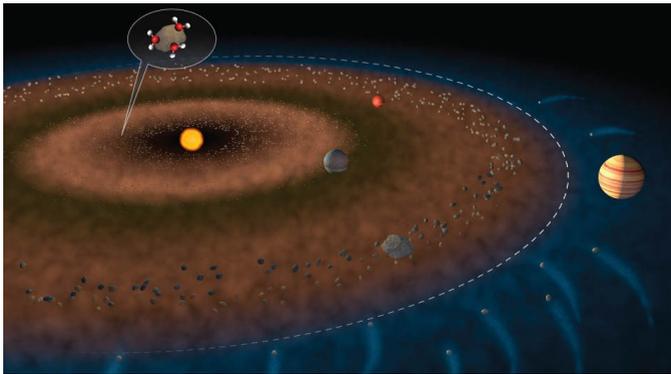


Tuttavia si sta sempre più concretamente affermando una nuova ipotesi che relega in un ruolo marginale l'apporto d'acqua da parte delle comete, mentre prevede che la formazione dell'acqua sia avvenuta nello stesso tempo in cui è avvenuta formazione della Terra stessa.

Questa nuova spiegazione ipotizza che la crescita estremamente rapida di Giove abbia influito su una consistente fascia asteroidi ricchi d'acqua modificandone le orbite e proiettandoli su un diverso piano orbitale, collocato tra lo stesso Giove ed il Sole.

Possiamo immaginare questi oggetti definiti “planetesimi” distribuiti in una densa nube a forma di disco, che copre lo spazio intorno al Sole, nella zona dove oggi orbitano la Terra e gli altri pianeti rocciosi.

I frequenti urti e le conseguenti agglomerazioni tra questi corpi hanno quindi finito per dar origine ad una Terra composta da rocce



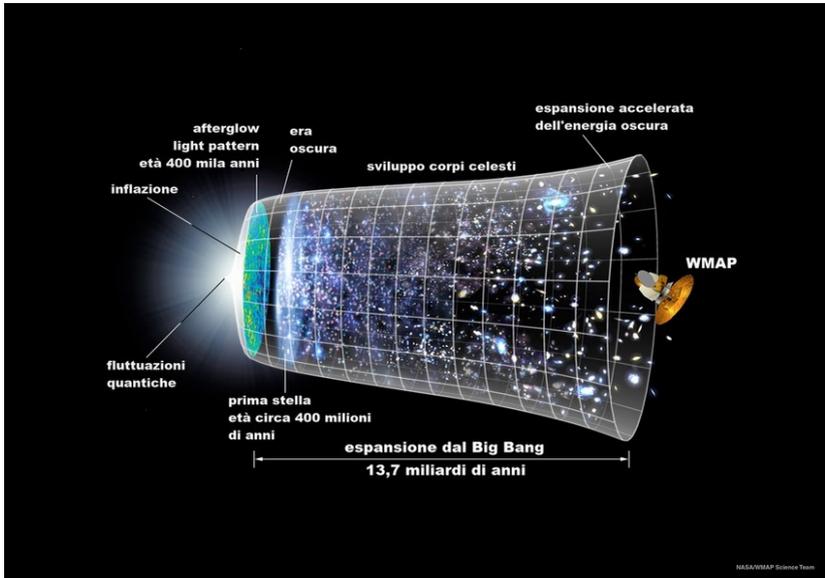
La conferma a questa ipotesi arriva anche dallo studio dei rilevamenti dagli strumenti del lander Philae, trasportato dalla sonda Rosetta e atterrato sulla cometa “67P Churyumov-Gerasimenko”, che evidenziano importanti differenze chimico-fisiche tra il vapor d’acqua della cometa stessa e quello terrestre, cosa, questa, che porterebbe ad escludere che l’acqua degli oceani sia dovuta agli impatti di comete, o per lo meno, a comete del tipo della 67P.



L'acqua esisteva già prima della formazione della Terra ? (Un fantastico viaggio !)

La teoria più accreditata circa la formazione del nostro Universo, il Big Bang, prevede che l'Universo stesso abbia avuto inizio da una “singolarità gravitazionale”. (*)

Nelle prime infinitesime parti di secondo dopo il Big Bang, la temperatura era talmente alta che gli elementi che costituiscono la base della materia (quark e gluoni) erano dispersi in una “zuppa” definita “plasma” ed impossibilitati a combinarsi nel modo che sarebbe



poi avvenuto nei tre minuti successivi.

(*) Una “singolarità gravitazionale” è un punto dello spazio-tempo in cui il campo gravitazionale ha tendenza verso un valore infinito, così come la densità e la sua curvatura (chiaro, no?)

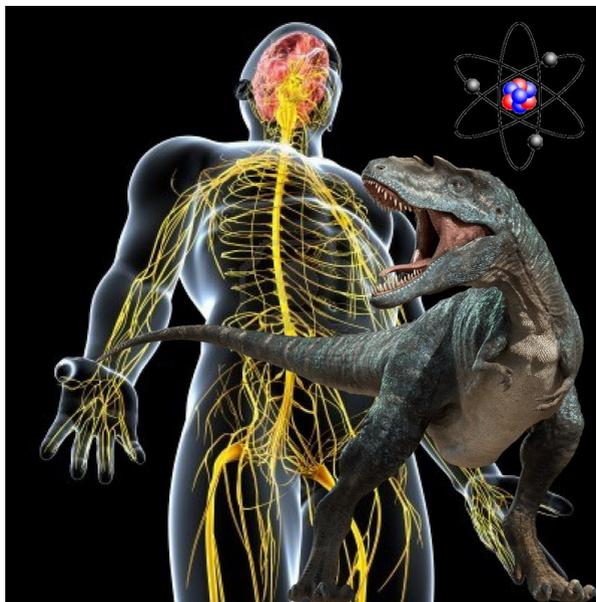
La rapida espansione dell'Universo comportò una altrettanto rapida diminuzione di temperatura, tale consentire la formazione dei primi nuclei di deuterio ed elio e poi d'idrogeno.

Dopo circa 300.000 anni i nuclei si erano ormai trasformati in atomi.....e, dalla zuppa iniziale, le neonate radiazione e materia iniziarono il loro viaggio nello spazio.

Chi lo avrebbe mai detto !!

Miliardi di anni dopo (13,82 miliardi – secondo le ultime stime e....anno più, anno meno :-), questi atomi, forse anche altri provenienti dall'esplosione di una stella o anche quelli che hanno costituito gocce d'acqua bevuta da un dinosauro, **oggi, compongono.....e tutto ciò che ti circonda :-)**

L'acqua.....non è nata sulla Terra.....



Come si è giunti all'Atmosfera (Troposfera) di oggi

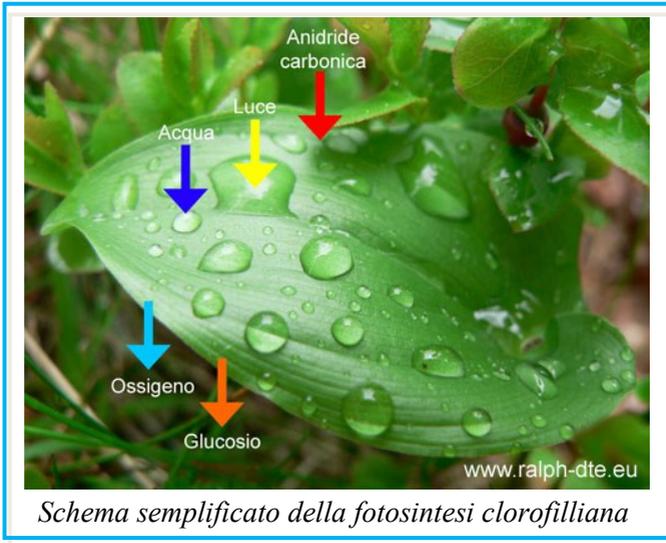
Occorre ricordare che tutti i componenti della Terra, gli atomi di qualunque sostanza o materiale compresa l'acqua (composta da due atomi d'idrogeno e uno di ossigeno), di fatto non sono esclusivi della Terra stessa, ma esistenti nell'Universo ancor prima della nascita del nostro Pianeta.

L'argomento su come si è giunti all'atmosfera di oggi, è ancora oggetto di dibattito tra gli scienziati e l'ipotesi più accreditata prevede una giovanissima Terra con un'atmosfera ben diversa dall'attuale, composta prevalentemente da idrogeno (l'atomo più abbondante nell'universo), elio e forse quantità minime di altri gas.

Le eruzioni vulcaniche e i violenti impatti con altri corpi celesti avrebbero ulteriormente inciso sulla formazione dell'atmosfera.



Adesso manca ancora la spiegazione di come si sia potuto separare l'ossigeno dall'idrogeno per formare un'aria respirabile per noi. Molto probabilmente si è formato a seguito della dissociazione del vapor d'acqua causata da scariche elettriche e della radiazione solare, ma – essenzialmente – per mezzo del meccanismo conosciuto con il nome di “fotosintesi” attivato dai primi organismi viventi.



L'atmosfera continua tutt'ora ad evolversi grazie anche...all'attività umana ed è trattenuta “appiccicata” al nostro Pianeta dalla forza di gravità.



(Composizione dell'Atmosfera: 78% da azoto; 21% da ossigeno; 1% da altri gas tra i quali vi è l'anidride carbonica).

Sapete perché si originano le “bolle” nell’acqua che bolle?

Tutti abbiamo veduto bollire l’acqua ! Il fenomeno appartiene a quelle cose che siamo abituati a vedere tutti i giorni, e, magari, non ci facciamo più caso.

Ma ci siamo domandati cosa sono e perchè si formano le bolle nell’acqua “che bolle” ?

Se non lo sappiamo, lo vogliamo sapere ?



L’acqua che adoperiamo per uso domestico, contiene disciolti gas come azoto, anidride carbonica ed ossigeno.

Come primo fenomeno, con aumentare della temperatura, questi elementi tornano alla fase gassosa e, piano, piano li vediamo comparire sul fondo e sulle pareti della pentola, sotto forma di bollicine che assorbono, riempiendosi, il vapor d'acqua che verrà rilasciato nell'aria, una volta raggiunta la superficie.

Con l'ulteriore aumento della temperatura interviene il fenomeno dell'ebollizione vero e proprio (1) che coinvolge l'intera quantità dell'acqua comportando il passaggio della molecole che la compongono dallo stato liquido a quello gassoso; il passaggio è definito "vaporizzazione" (2).

Tutte queste bollicine di vapore acqueo, ingrandendosi sempre di più ed iniziando anche ad unirsi, risalgono verso la superficie in quanto la loro pressione interna aumenta progressivamente contrastando quella dell'atmosfera, fino ad eguagliarla e vincerla.

Una volta raggiunta la temperatura di ebollizione, l'acqua assume anche un aspetto tumultuoso, oltre che per la risalita del vapore, per il fatto che gli strati più vicini al fuoco sono molto di più caldi di quelli superficiali; questo comporta rapidi rimescolamenti per un processo definito di "moto convettivo" (per "convezione").

Infine, il vapore acqueo si libererà nell'aria dando origine al fenomeno della condensa

(1) Il punto di ebollizione dell'acqua distillata è di 100° centigradi se la pressione atmosferica di una atmosfera.

(2) La vaporizzazione è la trasformazione di una sostanza da liquida a gassosa e può avvenire per ebollizione (vedi sopra) o per evaporazione,

Il vapore acqueo e la condensa

Guardate questa pentola nella quale sta bollendo l'acqua. Sapete dirmi cosa è quel fumo che vedete fuoriuscire dalla pentola?



Vapore

!

Dirà la maggior parte di voi.

E no, cari Amici....

Il vapor d'acqua è invisibile, inodore e incolore.

Quello che vedete è il fenomeno della **condensazione** del vapore d'acqua che fuoriesce dalla pentola, dovuta all'improvviso abbassamento della temperatura.

Si tratta di piccolissime goccioline d'acqua che tendono nuovamente a trasformarsi in vapore, ma che sono più piccole di quelle che si formano nelle nubi e molto simili a quelle che caratterizzano le nebbie.

Per cui il “fumo” che vediamo uscire dalla pentola o dalla nostra bocca quando espiriamo in un ambiente freddo è **condensa**.....o più semplicemente: **nebbia**!

Un’altro caso di condensazione sicuramente da voi notato è quello delle goccioline d’acqua che si formano sulle bottiglie appena estratte dal frigorifero o sullo specchio del bagno dopo aver fatto una bella doccia calda, mentre uno dei casi più importanti e molto evidenti è certamente rappresentato dalle nubi.

L’aria contiene sempre del vapore acqueo, in quantità più o meno elevate.

Più l’aria è calda e maggiore è la quantità di vapore che riesce ad assorbire e quindi a contenere.

Al contatto con il vetro della bottiglia o con quello dello specchio, l’aria si raffredda rapidamente ed è costretta a cedere il vapore che non può più trattenere e che vediamo trasformarsi in goccioline d’acqua.



Come nascono le nuvole

I *fotoni* che giungono sulla Terra provenienti dal Sole, vi disperdono la loro energia influenzando la temperatura dell'aria, del terreno e di tutte le acque superficiali: oceani, mari, laghi e fiumi.

Questo riscaldamento causa il processo di evaporazione, ovvero la trasformazione dell'acqua dallo stato liquido allo stato aeriforme: l'acqua si trasforma in vapor d'acqua.

L'aria della nostra Atmosfera non è quindi composta solo di gas (azoto, ossigeno, anidride carbonica e altri gas più rari) ma contiene anche vapor d'acqua in quantità più o meno elevate.

Occorre osservare che, allontanandosi dalla superficie terrestre, l'aria si raffredda progressivamente e ben si può vedere come la Terra presenti una superficie notevolmente disomogenea, caratterizzata dalla continua alternanza dei mari alla terra, dei monti alle pianure, etc.



Quanto detto, nonché la stessa rotazione terrestre, sono causa dei fenomeni che definiamo “atmosferici”: dai venti, agli uragani, alle piogge, alle siccità e via dicendo.

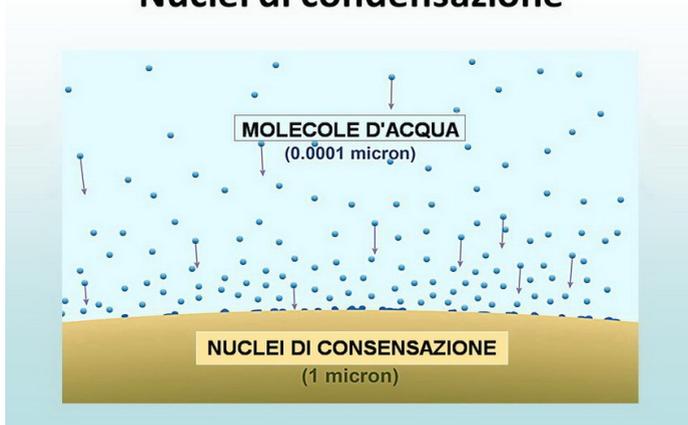
Ma veniamo alle nuvole.

Le nubi si formano lontano dalla superficie terrestre almeno diverse centinaia di metri e si differenziano dalle “nebbie” che invece si formano a contatto del terreno.

Le nubi hanno dunque origine a seguito del complesso gioco di equilibri tra riscaldamento, vapor d’acqua e pressione atmosferica.....ma c’è un altro fattore importantissimo senza il quale le nuvole stenterebbero a formarsi: il pulviscolo atmosferico.

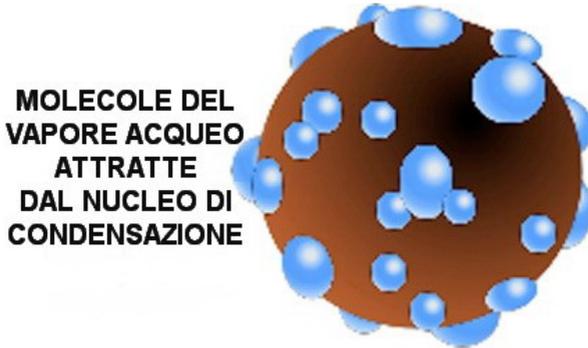
Le odiate polveri sottili, le microscopiche particelle inquinanti prodotte dall’uomo, il polline dei fiori, la polvere sollevata dai venti o sparata in cielo dai vulcani diventano “nuclei di condensazione”.

Nuclei di condensazione



Sono molto importanti perchè consentono al vapore di condensarsi su di loro, e di accelerare la trasformazione del vapor d'acqua in piccolissime gocce d'acqua.

Tanto più numerose saranno le microscopiche particelle, tanto più numerose e più piccole saranno le goccioline d'acqua.



Questo maggiore o minor numero di goccioline d'acqua influenza la riflessione della luce e quindi incide anche sul riscaldamento-raffreddamento della Terra.

Qualche altra parola sulla formazione delle nubi

Ormai sappiamo che il sole riscalda l'acqua dei mari, dei laghi, dei fiumi e quella contenuta nella terreno, nelle piante e – addirittura – negli esseri viventi, facendola passare dallo stato liquido a quello gassoso, ovvero a quello di vapore.

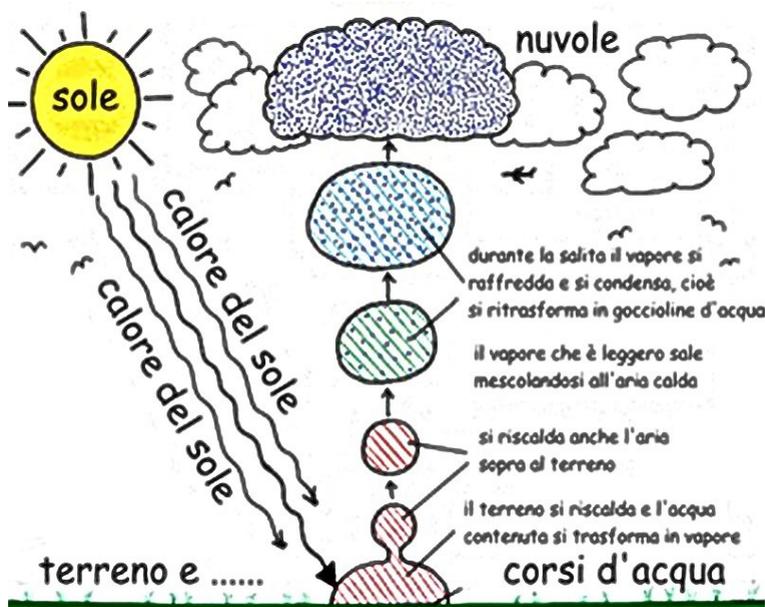
.....e ci ricordiamo certamente che il vapore è invisibile e quello che vediamo fuoriuscire dalla pentola è “condensazione”, ovvero il vapor d'acqua, che a seguito del rapido raffreddamento, torna nuovamente allo stato liquido sotto forma di minuscole goccioline.



Ora aggiungiamo un'altra informazione:

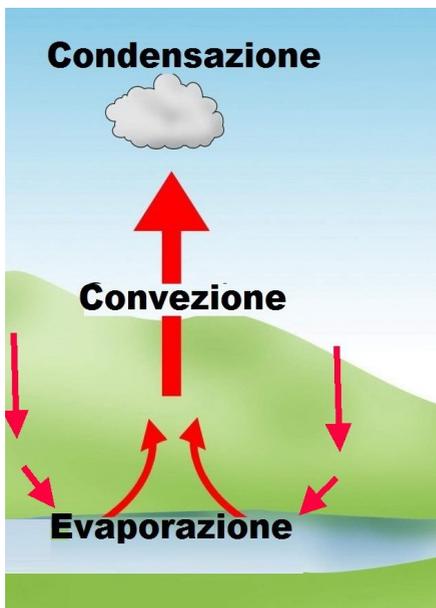
più l'aria è calda, maggiore è la quantità di vapore che riesce ad assorbire ma altrettanto maggiore sarà il fenomeno della condensazione nel momento del suo raffreddamento

Poi, sappiamo anche che l'aria calda, più leggera dell'aria fredda, tende a salire.



Ecco, quindi, l'intero processo di formazione di una nube. L'aria calda, salendo e trasportando con se il vapore acqueo che l'aria stessa ha assorbito, si raffredda fino al punto di non riuscire più a trattenere tutto il vapore che aveva assorbito quando era a contatto della superficie della Terra:

è **“nata” una nuvola**



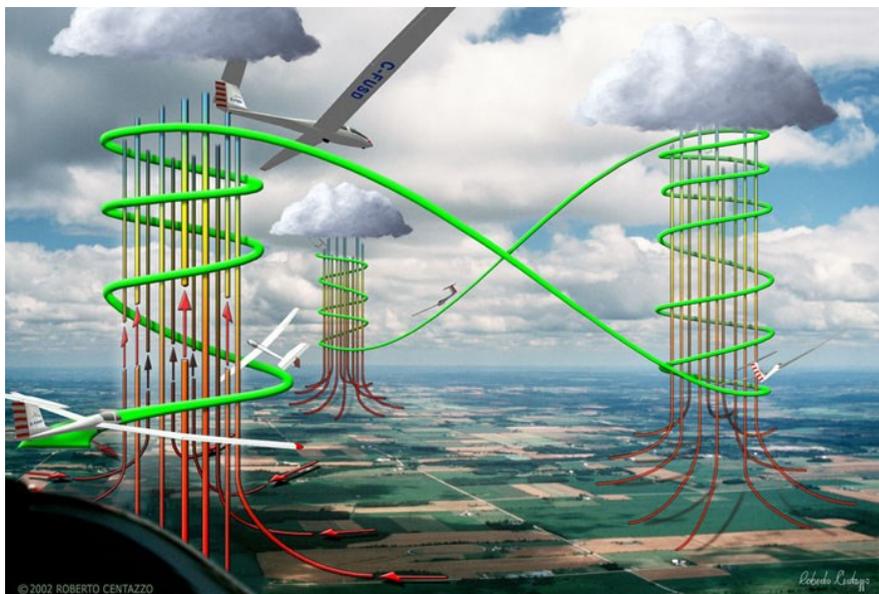
La cosa interessante da osservare è che sotto ognuna di queste nubi c'è una vera colonna d'aria che sale e che possiamo immaginare (ripeto immaginare) come una “tromba d'aria” che sale invisibile fino a quando l'aria stessa non si raffredda al punto di non poter trattenere più il vapore che contiene e che si trasforma nuovamente in acqua sotto forme di goccioline.

Tutt'intorno, l'aria scende per prendere il posto di quella che sta salendo, in un continuo ciclo di salite e discese.

L'uomo ha imparato a sfruttare queste caratteristiche dell'aria per il volo senza motore.

La colonna d'aria che sale, lo fa in maniera decisa e potente! Tanto potente da riuscire a trascinare con se, nella sua salita, un aeromobile senza motore: un aliante, un deltaplano o un parapendio;e le nubi più grandi sono in grado di “risucchiare” dentro di loro anche un paracadutista che avesse già aperto il paracadute !

Il disegno rappresenta queste colonne d'aria, invisibili agli occhi dei piloti (e di tutti gli altri esseri viventi), ma che l'esperienza aiuta ad immaginare e ad utilizzare per poter compiere voli della durata di moltissime ore e che hanno visto coprire distanze dalle Alpi alla punta più estrema della nostra Italia.



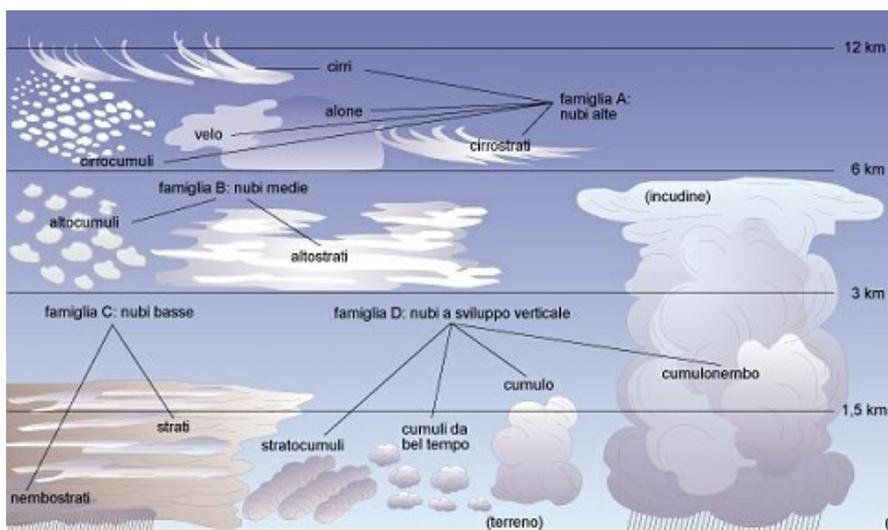
Una civetteria: uno degli alianti con i quali volo



Le tipologie di nubi

Le nubi più facili da osservare, si suddividono essenzialmente in due grandi famiglie: quelle a “sviluppo prevalentemente orizzontale” e quelle a “sviluppo verticale”, ma ovviamente la classificazione è ben più ampia.

Ecco un esempio:

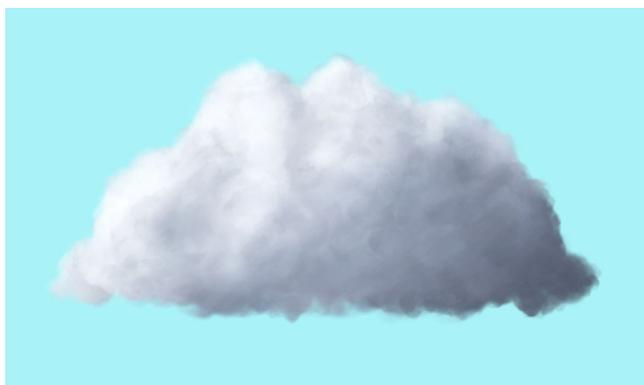


Le nubi convettive o a sviluppo verticale

Se vi domandassi di disegnare una nube molto probabilmente, la disegnereste così :



Ma, in verità, le nubi che si sono formate a seguito della rapida salita di aria calda hanno una base appiattita, rispetto alla parte superiore che è certamente più simile a batuffoli di cotone.



Di seguito, descriviamo tre importanti tipologie di nubi che sono facilmente individuabili nei nostri cieli.

Sono le nubi definite “convettive” o “a sviluppo verticale”.

CUMULO UMILE (CUMULUS HUMILIS)



Queste nubi hanno poco spessore ed una modesta dimensione. Possono popolare il cielo fin dal mattino per poi scomparire all'avvicinarsi della sera.

Sono definite “nubi di bel tempo”. Se doveste vederle e riconoscerle, potete tranquillamente evitare di portarvi dietro l'ombrello.

CUMULO CONGESTO (CUMULUS CONGESTUS)



Questo è un tipo di nube ben più imponente ed appare con sporgenze che le fanno somigliare a “montagne di panna montata”.

Chi si trova sotto la nube, con ogni probabilità, ha già dovuto aprire l'ombrello ed alzare il bavero della giacca.

Se lo state vedendo in lontananza, a meno di necessità impellenti, non è il caso di andare in quella direzione.

CUMULO NEMBO (CUMULUS NIMBUS)



Il “cumulus congestus”, dopo aver scaricato la sua energia, potrebbe dissolversi, ma potrebbe anche trovarne di nuova e continuare a crescere trasformandosi nella più imponente nube dei nostri cieli: il cumulus nimbus.

Questo tipo di nube può spingersi fino alla quota di dodicimila metri con una larghezza anche di decine di chilometri.

All'interno di questa nube accadono fenomeni atmosferici estremi: le correnti ascensionali sono talmente forti da essere in grado di risucchiare verso l'alto un paracadutista che avesse aperto il proprio paracadute e fosse già in vicinanza dell'atterraggio; i chicchi di grandine assumono con facilità la dimensione di un'arancia (anche se difficilmente raggiungeranno la terra con questa dimensione), le turbolenze sono notevolissime, la temperatura è notevolmente inferiore agli zero gradi, lampi e fulmini si susseguono all'infinito.

Nessun aereo può traversarlo: ne verrebbe abbattuto.

E' facile riconoscerlo perchè quando è sulle nostre teste scarica pioggia a catinelle, il vento è forte, probabilmente grandina e giù lampi, fulmini e tuoni.

Le nubi a prevalente sviluppo orizzontale

Come suggerisce la parola, questo tipo di nube si presenta come una copertura “orizzontale” in grado di ridurre notevolmente la luminosità del sole e di ricoprire una consistente parte del cielo ed ha uno spessore ridotto.

Vengono definite “strati”, sono determinate dallo scorrimento di una masse d’aria su un’altra con differente temperatura ed umidità e possono essere causa di piogge o neviccate sebbene non intense.



Le nebbie

A differenza delle nubi che si formano lontano dalla superficie terrestre, la nebbia si forma invece a contatto del terreno o del mare e dei laghi.

Il fenomeno può avvenire per motivi diversi ed avere diversa intensità e durata; la caratteristica generale è che occorre un elevato tasso di umidità dell'aria e che questa sia a contatto della superficie terrestre (o dei mari o laghi).



La condizione più citata è quella definita “nebbia da raffreddamento”, che ci viene spesso riportata dalle previsioni meteo: “...nebbie nella Pianura Padana e nelle valli..”, è causata dal raffreddamento del suolo che raffredda di conseguenza la massa d'aria che ne è a contatto, determinando la condensazione del vapor d'acqua che contiene.

Questo tipo di nebbia può riguardare anche le coste marittime, specie in inverno, quando un'aria particolarmente calda e umida scorre sul mare ben più freddo.

Un caso abbastanza frequente e probabilmente osservato da chi abita sul lago di Bracciano e quello della “nebbia da evaporazione”.

Il lago, sufficientemente caldo da emettere vapor d’acqua, sovrassatura l’aria soprastante che è costretta a cedere l’eccesso di vapore condensandolo in goccioline d’acqua.

Una ottima occasione per scattare una bella fotografia.



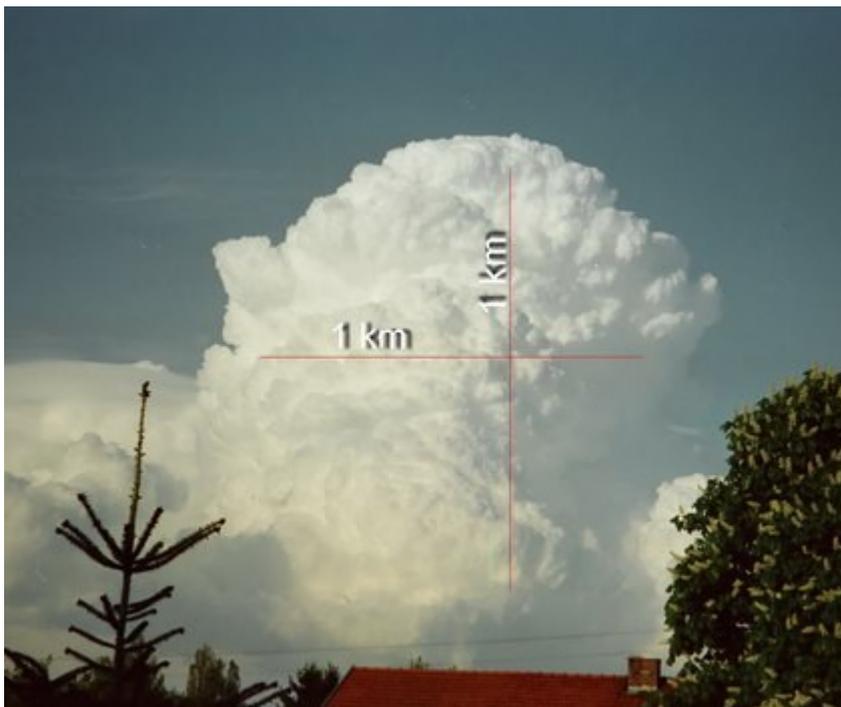
Questo condizione può manifestarsi anche su terreni particolarmente umidi, comunque in grado di trasferire vapor d’acqua allo strato d’aria che lo sovrasta.

Ma quanto pesa una nuvola?

Siamo talmente abituati a vederle apparentemente soffici e sospese in cielo che, probabilmente, non ci è mai venuto in mente di domandarci quanto possano pesare.

Avete un'idea del loro peso?

Lo vogliamo sapere?



Torniamo al nostro bel “cumulus congestus”.

È una nuvola che senza difficoltà può superare la dimensione di un chilometro sia in lunghezza che in larghezza ed in altezza.

Una nuvola di queste dimensioni può raggiungere il peso di **500 tonnellate** ! (*)

Occorre un paragone per meglio comprendere quanto sono **500 tonnellate** ?



Eccolo:

La motrice del nostro famoso treno superevelece,
il Frecciarossa, pesa **68 t**.
Quella nube persa più di **set-
te Frecciarossa.....!!**

Vogliamo un altro paragone?

Quella nube pesa come **mille auto-
mobili Fiat Cinquecento!**(modello
anni 1960).

Non male, vero?

Pensate un poco quanto può pesare
un “cumulonembo”! (...meno male
che le nuvole non cadono...!!)



() La densità media di acqua in una nube è stata calcolata arrivare fino al mezzo grammo per metro cubo di aria.*

Una nube di lunga 1 km, larga 1 km, alta 1 km avrebbe quindi un volume di un miliardo di metri cubi di aria che moltiplicati il mezzo grammo di acqua al metro cubo, consente di calcolare il peso della nube fino a cinquecentomila chili: 500 tonnellate, appunto.

I "vuoti d'aria"

E' quasi impossibile che non abbiate sentito parlare di "vuoti d'aria".

Le cronache televisive, online e quelle edite su carta stampata ne parlano correntemente, riportando la notizia a caratteri cubitali, spesso parlando di cadute lunghissime, se non chilometriche, prima che l'aero riesca a ritrovare "l'aria piena".



...strano....!!

E' strano semplicemente perché i "vuoti d'aria".....non esistono.
L'aria è sempre "piena".

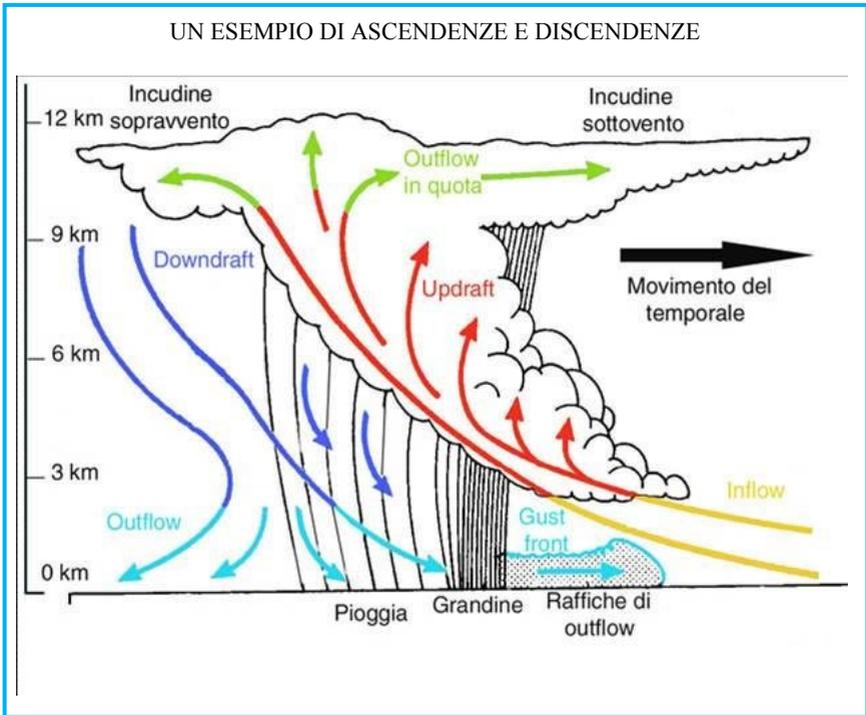
Magari più o meno densa, ma finchè rimaniamo nell'ambito della Troposfera, l'aria c'è sempre.

Ma allora perché dicono "vuoti d'aria" !

La Troposfera è caratterizzata da un complesso giuoco di equilibri tra riscaldamento, raffreddamento, vapor d'acqua e pressione atmosferica, il tutto influenzato dalla rotazione della Terra.

La mescolanza variabile di questi fattori genera spostamenti orizzontali delle masse d'aria, che chiamiamo “venti”, ma genera anche spostamenti delle masse verso l'alto e verso il basso.

Questi ultimi spostamenti li definiamo “ascendenze” e “discendenze: se un massa d'aria sale, quella subito adiacente deve necessariamente scendere....e questo accade proprio perché in vuoti d'aria non possono esistere.



Queste ascendenze e discendenze, possono alternarsi in rapida successione oppure distanziate tra di loro. Inoltre possono avvenire con energie diverse.

Il fenomeno ne induce un altro che, nella terminologia aeronautica e meteorologica, viene chiamato “turbolenza” e può essere di grado modesto fino a diventare, in casi molto rari, distruttiva.

Un aereo vola a velocità discretamente elevate e, quando incontra un’aria turbolenta, e specie se le ascendenze e discendenze si alternano in rapida successione, si comporta un po’ come una autovettura che passa istantaneamente da una strada perfettamente asfaltata ad una sconnessa.

A bordo i passeggeri avvertirebbero gli stessi tipi di sussulti, anche se...in loro insorgerebbe una diversa preoccupazione...



Potrebbe tuttavia darsi il caso che le ascendenze e le discendenze siano distanziate tra di loro.

Da un lato, una massa d’aria potrebbe quindi scendere rapidamente e, dopo una certa distanza, un’altra massa d’aria potrebbe risalire altrettanto rapidamente turbolenta.

L'aereo che si trovasse a traversarle sarebbe inizialmente trascinato verso il basso dalla corrente discendente, anche per molte, molte decine di metri (ma non certo per chilometri ! !), trasmettendo ai passeggeri il senso di precipitare.

Stante l'elevata velocità, l'aereo attraverserebbe la zona discendente in un tempo complessivamente breve, ma subito dopo entrerebbe nella massa d'aria ascendente provocando ai passeggeri l'esatta sensazione opposta, quella di un sobbalzo seguito da una rapida risalita.

...e non possiamo escludere che faccia poi seguito la sensazione dei sussulti "su di una strada sconnessa".

Certamente non è piacevole e, in casi rari (quelli che finiscono nelle cronache), l'evento ha provocato la caduta di bagagli, il rovesciamento di carrelli portavivande e il ferimento di coloro che non erano correttamente seduti con le cinture allacciate.



Gli aerei odierni hanno un livello costruttivo che consente loro di far fronte ad episodi del genere, anche se, ad ogni buon conto, vengono accuratamente prevenuti e, quindi, nei limiti del possibile, evitati.

Le previsioni meteorologiche consentono ai piloti di sapere se troveranno o meno turbolenze sulla propria rotta, così da consentire loro di aggirare l'aria interessata, nell'eventualità di fenomeni di alto grado.

Nel caso di una previsione di turbolenze modeste, potranno invece proseguire sulla rotta riducendo adeguatamente la velocità dell'aereo in prossimità della massa d'aria turbolenta.



TURBOLENZE CREATE DAL PASSAGGIO DI UN AEREO, RESE VISIBILI DALL'ATTRAVERSAMENTO DI UNO STRATO DI NUBI

Parlando di “turbolenze” è quasi impossibile non accennare anche alle “**correnti a getto**”, un fenomeno atmosferico dove i venti spirano mediamente a 150 km/h ma che possono raggiungere la velocità di 250 km/h ed oltre (sono stati registrati i anche 400 km/h.)

Queste correnti sono ben conosciute ed utilizzate dalle compagnie aeree per ridurre i tempi di permanenza in volo e quindi risparmiare carburante.

Le “Correnti a getto”

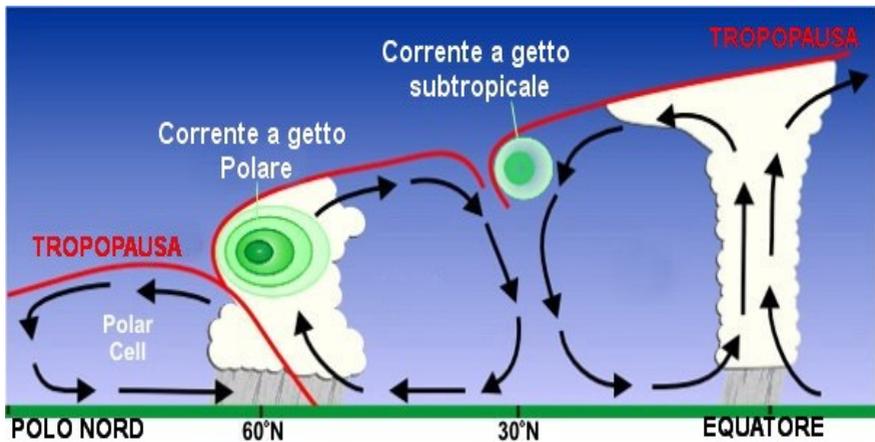
I venti sono generati dal movimento delle masse d'aria con maggior pressione verso quelle con pressione minore.

La loro intensità, e quindi la loro velocità è determinata dalla differenza di pressione esistente fra le masse d'aria.

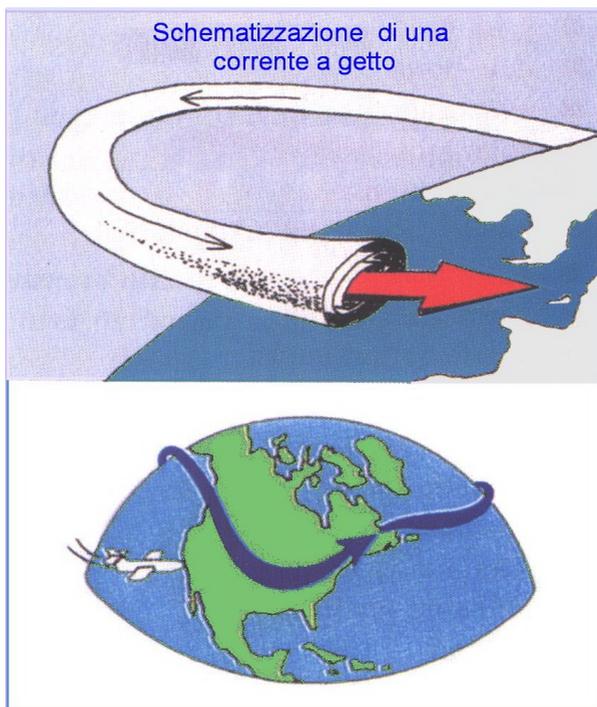
Ai confini della Troposfera e quindi poco prima della Tropopausa, avviene l'incontro di masse d'aria con una notevole differenza di temperatura e quindi con un'altrettanta notevole differenza di pressione.



IMMAGINE SATELLITARE DI
UNA CORRENTE A GETTO

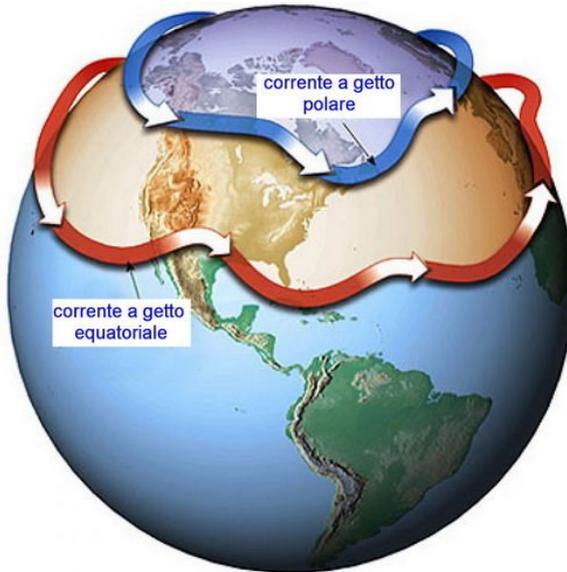


A caratterizzare l'incontro delle masse d'aria, interviene anche la rotazione terrestre con la "forza di Coriolis" (vedi più avanti), facendo sì che queste "si intreccino" in modo tale da generare una sorta di "tubo" al cui interno si generano venti che scorrono nel senso della sua lunghezza, da Ovest verso Est.



Il loro andamento è ondulatorio e l'ampiezza delle oscillazioni può essere modificata dagli altri fenomeni atmosferici.

Queste correnti sono più potenti ed importanti nell'emisfero nord rispetto a quello sud, dove presentano comunque lo stesso caratteristico orientamento e, come abbiamo detto, sono ben conosciute dalle compagnie aeree, che le utilizzano per aumentare la velocità di spostamento degli aeromobili.



Risulta tuttavia facilmente intuibile che transitare da una massa d'aria, che possiamo immaginare muoversi lentamente, per penetrare in una che si sposta ad una velocità molto elevata, comporta l'attraversamento di strati d'aria di transizione che non possono che essere turbolenti, fenomeno questo conosciuto con il nome di "turbolenza in aria limpida"....spesso poco gradita dai passeggeri.

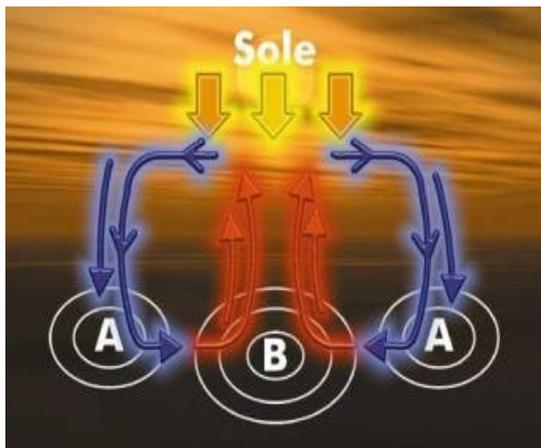
I movimenti delle masse d'aria

Innanzitutto, occorre “rinfrescare” il significato di “pressione atmosferica”: la pressione atmosferica equivale al peso di tutta l'aria che ci sovrasta ed è il peso di tutta la colonna d'aria riferita all'altezza media dell'atmosfera terrestre, convenuta essere 11 chilometri, e pari a 1 chilo e 33 grammi al centimetro quadrato.

Tuttavia il peso di questa colonna d'aria non è costante e varia da zona a zona della Terra.

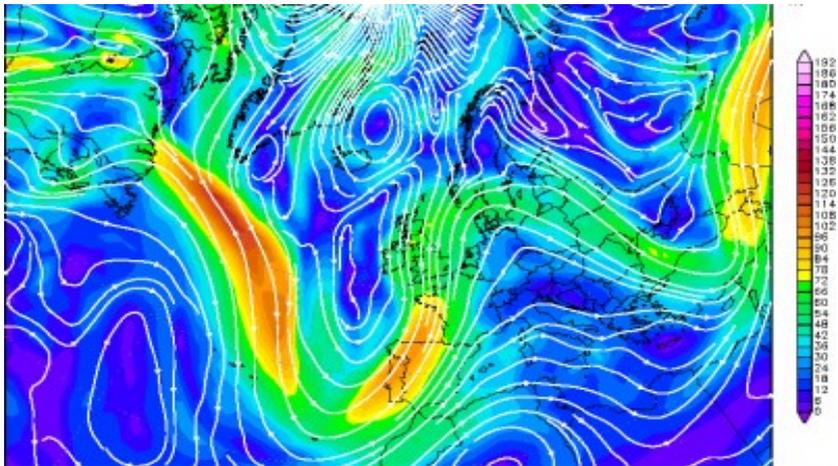
Le cause della variazione del peso da zona a zona del Mondo sono molteplici; in particolare possiamo citare la diversa distribuzione del vapore acqueo che, a differenza di quello che si potrebbe pensare, contribuisce a far diminuire il peso dell'aria, così come il riscaldamento.

Sebbene queste variazioni di peso siano modeste (decisamente inferiore al 10% sia in aumento che in diminuzione), l'aria tende a muoversi dalle aree di alta pressione (quelle dove l'aria è più densa e quindi di maggior peso), verso quelle di bassa pressione, nel tentativo di ritrovare l'equilibrio.



Questo movimento (o circolazione) di masse d'aria che definiamo “venti” e che rappresenta la sorgente di tutti i fenomeni meteorologici, è influenzato nel loro movimento dalla forza di Coriolis (vedi) e da motivi dinamici che intensificano gli effetti della differenza di pressione, causati dai movimenti verticali delle masse d'aria. In merito, assumono grande rilievo gli oceani, le terre emerse, le montagne, le grandi pianure, i grandi bacini d'acqua e chi più ne ha più ne metta.

CARTA DEL TEMPO CON RAPPRESENTATE LINEE DELL'ANDAMENTO DELLA
PRESSIONE ATMOSFERICA (LINEE ISOBARE)



La forza di Coriolis

A complicare ulteriormente la prevedibilità dell'andamento dei fenomeni, interviene la sfericità della Terra e la sua rotazione che fa sì che i venti non si spostino compiendo il tragitto più breve tra un'alta e una bassa pressione, ma subiscano una deviazione verso destra nell'emisfero boreale e verso sinistra nell'emisfero australe.

La forza che impone questa deviazione è definita di Coriolis, dal nome del suo scopritore, anche se in realtà è una "forza" apparente e non una forza vera e propria..



La forza di Coriolis merita, tuttavia, qualche parola in più.

Questa forza interagisce con i “fluidi” ed quindi è in grado di imprimere il senso di rotazione anche ad una massa d’acqua. Facciamo l’esempio dell’acqua che da un recipiente inizia a sgorgare nel tubo di scarico: questa, nel suo moto di fuoruscita, assumerà un movimento rotatorio verso destra se l’esperimento avviene nel nostro emisfero e verso sinistra se viene condotto nell’altro.

Ma attenzione a fenomeni che potrebbero assomigliare più a fiabe metropolitane che ad esperimenti di fisica !

Ad esempio in Ecuador, ed esattamente a “Mitad del Mundo”(metà del mondo) a 14 km da Quito, proprio sulla linea dell’equatore tracciata a terra con un segno rosso, viene versata dell’acqua in un contenitore posizionato esattamente su questa linea; quando toglie il tappo non si formi alcun vortice, e l’acqua fuoriesce come da una bottiglia; spostando il contenitore di qualche metro verso Nord, l’acqua fuoriesce formando un vortice che ruota in senso orario; spostando il lavandino verso Sud la rotazione assume il senso antiorario.



La forza di Coriolis non è poi così “tanto forte” e tantomeno così “precisa” !

A Quito sono comunque tutti contenti perché un solo contenitore ed una linea rossa funzionano molto bene....e

ottengono un traffico turistico non indifferente un po' come accade per Nessie, il mostro del lago di Loch Ness.

Ovvero, se pensaste di verificare quale è il senso di rotazione dell'acqua che sgorga via dal lavabo del vostro bagno, potrebbe essere solo un caso se doveste vederle assumere un senso di rotazione destrorso.

Due immagini curiose di come viene eseguito lo “esperimento” a Quito:

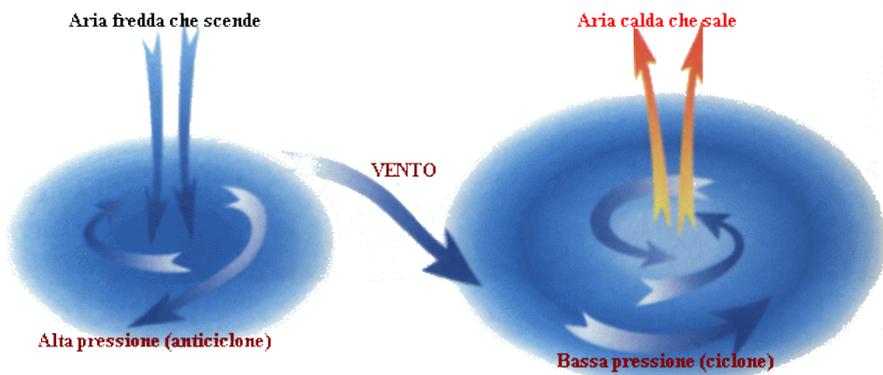


I venti

Se conosciamo la posizione delle zone di alta pressione e quelle di bassa pressione, ricordandosi della forza di Coriolis e del senso di rotazione delle masse d'aria dipendentemente dalla reciproca pressione atmosferica, sarà possibile valutare e prevedere sia l'intensità del vento che la sua direzione.

Sintetizzando notevolmente si può affermare che un'alta pressione è foriera di bel tempo, mentre la bassa pressione del brutto tempo. Tanto maggiore sarà la differenza di pressione tra due zone, tanto maggiore sarà il tentativo dell'area di maggior pressione di invadere l'area con pressione minore.....e tanto maggiore sarà l'intensità dei venti.

La massa d'aria con maggior pressione viene definita "anticiclonica", mentre quella con minor pressione "ciclonica". Questo è il senso di rotazione nel nostro emisfero (Emisfero Nord)



La classificazione dei venti

In base al loro regime, cioè alla presenza o meno di variazioni nella direzione in cui spirano, i venti si classificano in: **costanti**, quando spirano tutto l'anno sempre nella stessa direzione e nello stesso senso (per esempio, gli alisei);

periodici, quelli che periodicamente invertono il senso in cui spirano; possono essere a periodo stagionale (monsoni) o a periodo diurno (brezze);

variabili o locali, quando soffiano irregolarmente nelle zone temperate tutte le volte che si vengono a formare aree cicloniche o anticicloniche (scirocco, föhn, bora);

irregolari o ciclonici, se sono caratterizzati da movimento vorticoso che conferisce loro una violenza distruttiva; prendono nomi diversi a seconda delle località: Uragani sulle coste americane dell'Atlantico e del Pacifico, Tifoni in alcune aree dell'Oceano Pacifico, Tornado nelle grandi pianure degli USA e dell'Australia.

Le brezze di mare e di terra

Alcuni venti hanno carattere locale e vengono definiti brezze



Andando al mare, in una bella giornata estiva ci saremo certamente accorti di come al mattino, generalmente, ci sia pochissimo vento che invece tende ad aumentare decisamente nelle ore centrali, provenendo dal mare, per poi diminuire nuovamente con il calar del Sole.

Abbiamo assistito all'insorgere della brezza di mare.

Con il sopraggiungere della notte, il movimento delle masse d'aria tenderà ad invertire la direzione e sarà denominata brezza di terra.



Il fenomeno ha una origine semplice: durante il giorno il riscaldamento solare inciderà maggiormente sulla terra che sulle acque.

La massa d'aria a contatto del terreno subirà quindi un riscaldamento maggiore e tenderà a dilatarsi e quindi ad alleggerirsi e sollevarsi richiamando l'aria più fresca e pesante che sovrasta il mare.

Di notte: l'acqua del mare risulterà più calda del terreno ed innescerà il procedimento esattamente inverso.

Le brezze di monte e di valle

Un meccanismo simile si ripete tra le valli ed i monti, facendo sì che, di giorno, i venti risalgano dalle valli sulle pendici montane, verso le cime (brezze di valle), mentre di notte accade l'inverso (brezze di monte).

Queste ultime, faranno scendere nelle valli aria fredda che, talvolta, è generatrice delle nebbie.

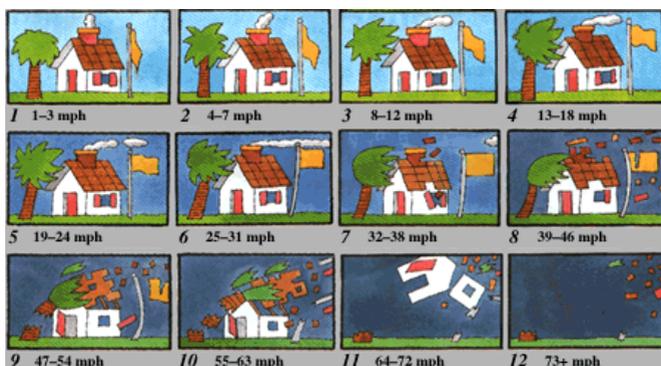


La forza dei venti: la Scala Beaufort

Sebbene sia possibile misurare la velocità del vento con strumenti divenuti d'uso comune come l'anemometro, che offre una precisione certamente elevata, la Scala Beaufort mette in relazione la velocità del vento con gli effetti che produce in mare aperto ed i danni che provoca sulla terra ferma.

E' una codificazione adottata ormai a livello internazionale e l'osservazione è riferita al mare aperto, lontano dalle coste o nell'entroterra.

Due diverse rappresentazioni della scala Beaufort



Scala Beaufort

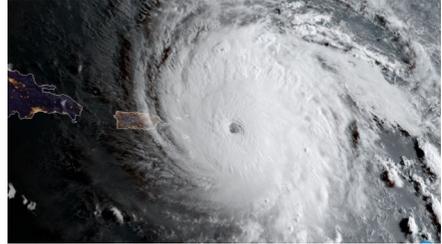
Scala Beaufort

(velocità del vento a un'altezza standard di 10 m su un terreno piatto)

GRADO	VELOCITÀ (KM/H)	TIPO DI VENTO	CARATTERI INDICATIVI
0	0-1	calma	il fumo ascende verticalmente; il mare è uno "specchio"
1	2-5	bava di vento	il vento devia il fumo; increspature dell'acqua
2	6-11	brezza leggera	le foglie si muovono, una girandola ordinaria è messa in moto; onde piccole, ma evidenti
3	12-19	brezza	foglie e rametti costantemente agitati, il vento dispiega le piccole bandiere; piccole onde, creste che cominciano a infrangersi
4	20-28	brezza vivace	il vento solleva polvere, foglie secche, foglietti di carta, i rami sono agitati; piccole onde che divengono più lunghe
5	29-38	brezza tesa	gli arbusti con foglie cominciano a oscillare; nelle acque interne si formano piccole onde con creste; onde moderate, allungate
6	39-49	vento fresco	grandi rami agitati, i fili telegrafici fanno udire un sibilo; si formano marosi con creste di schiuma bianca, generalmente con spruzzi
7	50-61	vento forte	alberi interi agitati, difficoltà a camminare contro vento; il mare è grosso, la schiuma comincia a essere sfilacciata in scie
8	62-74	burrasca moderata	rami spezzati, camminare contro vento è impossibile; marosi di altezza media e più allungati, dalle loro creste si distaccano turbini di spruzzi
9	75-88	burrasca forte	camini e tegole asportati; grosse ondate, spesse scie di schiuma e di spruzzi sollevate dal vento possono ridurre la visibilità
10	89-102	tempesta	rara in terraferma; alberi sradicati, gravi danni alle abitazioni; enormi ondate con lunghe creste a pennacchio
11	103-117	fortunale	si verifica raramente; gravissime devastazioni; onde enormi e alte, che talvolta possono nascondere navi di medio tonnellaggio; visibilità ridotta
12	oltre 118	uragano (o ciclone)	sulla terraferma distruzione di edifici, manufatti ecc.; in mare l'aria piena di schiuma e di spruzzi porta a visibilità assai ridotta

Uragani, cicloni, tornado, tifoni, trombe d'aria

Gli uragani sono fenomeni atmosferici tra i più devastanti della Terra con venti fortissimi, che possono arrivare fino a 250 km/h e sono classificati nella scala Beaufort al 12 grado di potenza, il massimo.



Uragani, cicloni e tifoni sono tutti tipi di tempeste tropicali.

La differenza tra le denominazioni è dovuta all'area geografica in cui si formano: gli uragani si creano in una parte dell'oceano Atlantico e del Pacifico, i cicloni sono tipici dell'oceano Indiano mentre i tifoni si generano nel Pacifico.

I Tornado o trombe d'aria

La definizione “tornado” ci richiama alla mente quei fenomeni che riteniamo avvengano negli Stati Uniti d'America, ma – in realtà – “tornado” e “trombe d'aria” sono sinonimi.



Il Centrometeo offre questa definizione:

La “tromba” è una colonna d'aria, visibile o meno, che ruota violentemente al di sotto di una nube temporalesca (cumulonembo), e

che raggiunge il suolo.

La forza degli uragani e dei cicloni

Per identificare la forza degli uragani e dei cicloni viene adottata una ulteriore scala suddivisa in 5 categorie in base alla potenza dei venti e del moto ondoso.

E' stata adottata internazionalmente dal 1969 e viene definita "scala Saffir-Simpson", dal nome degli ideatori.

Le categorie degli Uragani

Categoria 1 – i venti variano da 118 a 153 km/h. I danni sono limitati a barche, alberi, tetti, con possibili inondazioni nelle zone costiere.

Categoria 2 – i venti variano da 154 a 177 km/h, i danni peggiorano e può essere necessario evacuare le persone che vivono sulla costa.

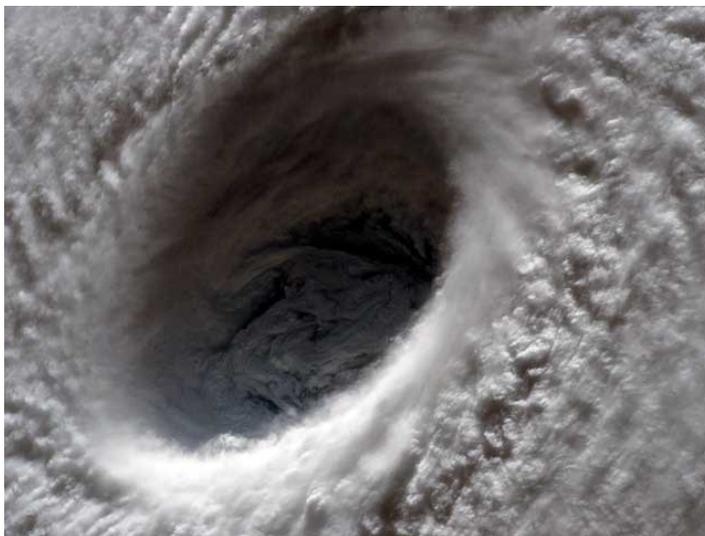
Categoria 3 – i venti variano da 178 a 209 km/h, i danni colpiscono anche le case. Le zone costiere possono essere sommerse da acqua alta fino a 4 metri il normale.

Categoria 4 – i venti variano da 210 a 240 km/h e si creano danni gravi alle case. Le inondazioni della costa possono superare i 6 metri oltre il livello consueto. oltre alla popolazione che vive sulla costa può essere necessario spostare anche gli abitanti entro i 10 km dal mare.

Categoria 5 – è la più devastante, con venti superiori ai 250 km/h. Gli edifici vengono abbattuti e le inondazioni sulla costa sono gravissime. Gli abitanti entro i 16 km dalla costa devono abbandonare le loro case.

Una curiosità

“L’occhio” del ciclone è una zona quasi calma al centro del ciclone stesso.



L’Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM) stabilisce il nome degli uragani ancor prima della loro formazione, predisponendo delle liste nominative ordinate alfabeticamente

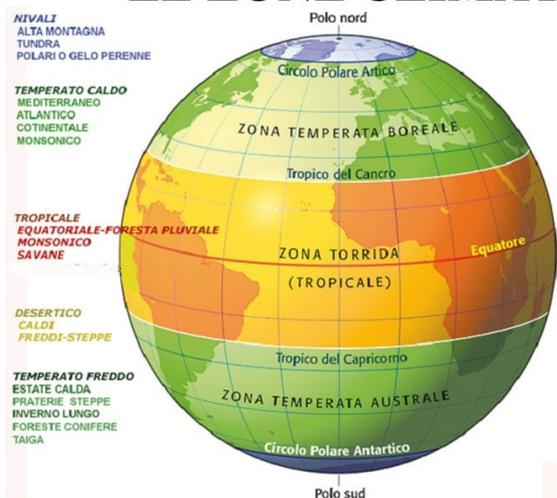
Il Clima

Mentre con la definizione “tempo meteorologico” s’intendono le condizioni atmosferiche insistenti in una zona per un periodo molto breve, con la parola “Clima” s’intende l’insieme dei fenomeni atmosferici che caratterizzano una più vasta area e si ripetono per un periodo di almeno qualche decennio con un andamento che tende a mantenersi stabile, seppur con qualche variabilità .

Il clima condiziona direttamente la vita vegetale ed animale, compresa quella dell’uomo, e la disciplina scientifica con la quale l’uomo ne studia gli aspetti viene definita “climatologia”.

I principali tipi di clima possono essere suddivisi in tre grandi gruppi: i climi delle zone calde, delle temperate e delle zone fredde

LE ZONE CLIMATICHE



Bioma Complesso degli ecosistemi di una particolare area geografica del pianeta, generalmente definiti in base al tipo di vegetazione dominante. La conformazione dei biomi terrestri dipende dalla geografia e dal clima delle diverse zone, in particolare dalla latitudine, dall’altitudine, dai ritmi stagionali, dall’abbondanza delle precipitazioni e dalla temperatura.

Ulteriori suddivisioni sono caratterizzate dagli andamenti della temperatura e della piovosità di ciascuna zona e prendono il nome di clima desertico, equatoriale, continentale, temperato, mediterraneo, oceanico glaciale etc.

La temperatura, la pressione atmosferica, la piovosità, l'umidità ed i venti sono i principali elementi che determinano il clima il quale è tuttavia influenzato anche dalla latitudine, altitudine, dalla vegetazione, presenza di catene montuose e vicinanza a mari od oceani.

Alcune di queste ultime caratteristiche possono avere influenze dirette su di un'area molto ristretta ubicata all'interno di una zona climatica, tali da modificarne gli aspetti climatici stessi.

Ad esempio un "piccolo paese" ubicato sulle pendici di un monte rivolte verso il Sud, ben assolato e protetto dai venti freddi di Tramontana, godrebbe di condizioni climatiche ben diverse rispetto ad un analogo paesino ubicato sulle pendici dello stesso monte, ma sul lato prospiciente il Nord.

Quando le influenze dei fenomeni locali comportano differenze significative rispetto alla media climatica della intera area, si adotta il termine di "microclima".

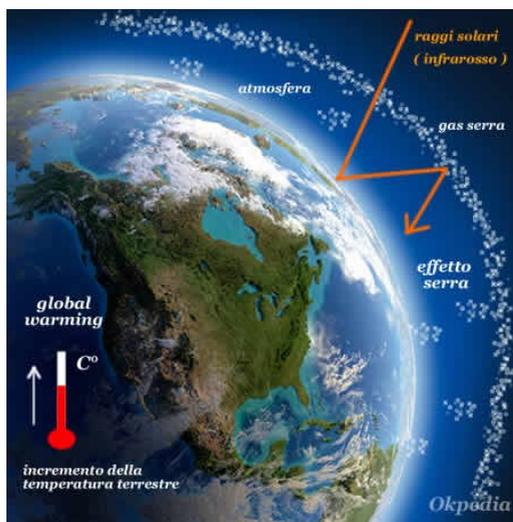
I cambiamenti climatici

Nel lungo periodo, tutti i fenomeni atmosferici che caratterizzano i climi variano comportando notevoli influenze sui climi stessi. I più probabili possono essere riconducibili a fattori come la deriva dei continenti, la tettonica a zolle, variazioni relazionabili alla rotazione terrestre o altri eventi naturali non prevedibili.

Nel breve periodo, oltre a motivi naturali quali l'irraggiamento solare, gran parte delle alterazioni del clima sono...opera delle attività umane

I maggiori effetti riscontrati vengono attribuiti, alla deforestazione, al rilascio di ingenti quantità di micro particelle, di anidride carbonica ed altri inquinanti gassosi dispersi nell'atmosfera a seguito delle numerose attività industriali, urbane e dei veicoli a motore.

Il nominatissimo riscaldamento dovuto all' "effetto serra", il buco nell'ozono e le piogge acide sono gli esempi più eclatanti, sebbene alcuni tentino di minimizzarli per motivi di ordine economico.



Surriscaldamento globale

www.okpedia.it

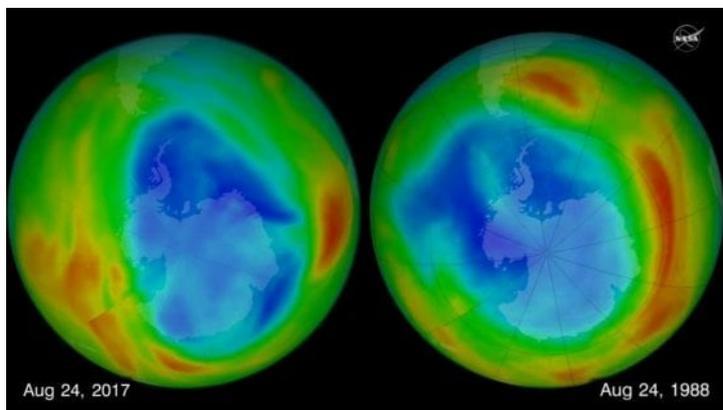
I clorofluorocarburi, il buco dell'ozono ed il trattato internazionale di Montreal

Dopo esserci resi conto che il buco che si stava creando nello strato di ozono (che protegge la terra dai raggi ultravioletti nocivi per la vita sulla Terra) era dovuto all'immissione nell'atmosfera del gas clorofluorocarburo, utilizzato prevalentemente come gas refrigerante nei frigoriferi, come solvente e come propellente per le bombole spray, a Montreal – nel 1987 – venne stilato un trattato internazionale atto a ridurre la produzione e l'uso.

Con l'esclusione di Andorra, Iraq, Timor Est e Città del Vaticano, sono ben 192 le nazioni che ne hanno ratificato il protocollo.

La buona notizia, attesa da decenni e diffusa anche dalla NASA, è che il buco dell'ozono si sta chiudendo ed ha raggiunto il suo minimo proprio nel 2017.

Ciò nonostante, dovranno trascorrere ancora diversi decenni prima di poter confidare nella chiusura pressoché totale.



Quella meno buona:
Meteo estremo

Dopo approfonditi studi e complesse simulazioni al computer, l'American Meteorological Society e altri importanti Gruppi di ricerca delle più importanti Università di tutto il Mondo, hanno affermato e segnalato che il costante aumento di fenomeni metereologici estremi (dei quali Il 2016 ne è stato particolarmente caratterizzato), è certamente sollecitato dal contributo che le attività umane esercitano sul riscaldamento terrestre



Le previsioni meteorologiche

La necessità di prevedere l'evoluzione delle condizioni meteorologiche è stata una delle grandi sfide dell'uomo fin dalla sua origine, essendo queste in grado d'incidere profondamente sulle aree di caccia e successivamente sulle coltivazioni e sugli allevamenti dai quali dipendeva la sua stessa vita.



Con il trascorre del tempo, l'uomo ha imparato a dedurre il futuro meteorologico osservando il cielo, trasmettendo di generazione in generazione le proprie esperienze.

Alcuni semplici esempi sono offerti da alcuni aforismi in uso tutt'oggi come: “cielo a pecorelle acqua a catinelle”, oppure “rosso di sera bel tempo si spera” o i riferimenti alla posizione Luna finalizzati a migliorare il raccolto o la trasformazione del mosto in vino.

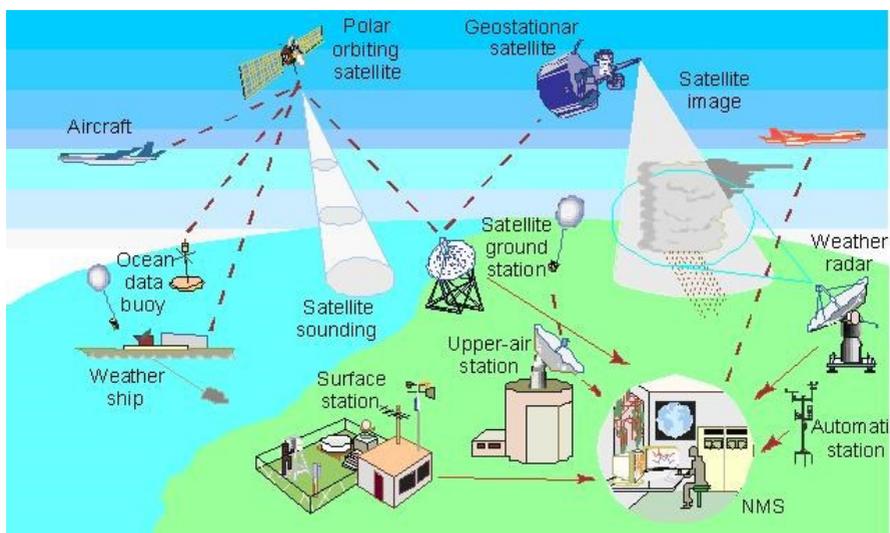
Questo metodo, definito sinottico, presenta molte incertezze e fornisce risultati soddisfacenti solo per previsioni a brevissimo termine: generalmente non più di 12 ore.

E' solo dagli anni '80 che la tecnologia, facendo balzi giganteschi, ha modificato il modo di fare le previsioni

Tuttavia, personalmente, ritengo che comprendere al meglio i messaggi che il cielo riesce a trasmettere all'uomo, rimanga un fatto importante.

Per colui che avrà imparato a riconoscere i principali fenomeni visibili, il cielo non sarà più una "cosa" celeste oppure buia, sopra la testa, da considerare distrattamente, ma diverrà un compagno della nostra giornata

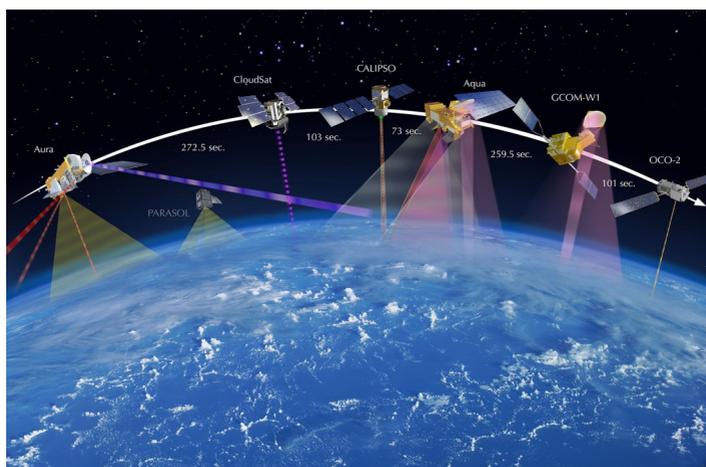
La moderna meteorologia e la raccolta delle informazioni



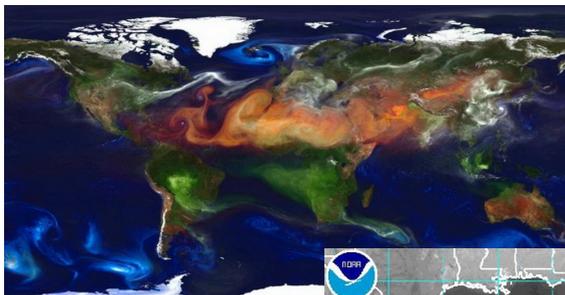
L'elaborazione è affidata ai supercomputer più potenti del Pianeta. In Europa il "cervellone", si trova a Reading, in Inghilterra ed è in grado di analizzare un modello con un milione di variabili; in sole sei ore è in grado di fare una previsione elaborando 10 mila nuove osservazioni che giungono a ritmo continuativo.

Tuttavia, le rilevazioni ed i supercomputer non riescono a rendere perfette le previsioni in quanto, nonostante l'ampia diffusione dei mezzi e dei metodi di rilevazione, la rete di rilevazione ha maglie piuttosto larghe ed esistono ampie zone non dotate di strumenti meteorologici.

Nell'immediato futuro, anche la messa in orbita di ulteriori satelliti come ENVISAT, che già riesce a fornire informazioni biologiche, idrogeologiche e oceanografiche e atmosferiche, riusciranno ad estendere ulteriormente le osservazioni, specie quelle oceanografiche, fondamentali per migliorare anche la previsione climatica, tutt'oggi ancora lontana da conseguire.

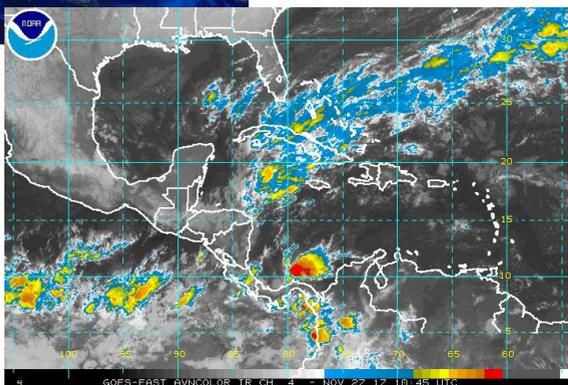


Due esempi di rilevazioni ed analisi



Mappa dinamica dell'atmosfera -NASA

Immagine satellitare
– National Oceanic
and Atmospheric
Administration



Il Centro Tecnico per la Meteorologia (CTM) già Reparto Sperimentazioni di Meteorologia Aeronautica (ReSMA)

Il RESMA fu istituito nel 1910 ed ubicato nell'area territoriale del Comune di Bracciano, a ridosso dell'Aeroporto di Vigna di Valle il più antico insediamento aeronautico italiano, sede del più importante museo storico del settore.

I principali obiettivi del Reparto erano lo studio e la verifica sperimentale della strumentazione meteorologica.

Oggi denominato **Centro Tecnico per la Meteorologia (CTM)**, ha come compito quello di produrre dati di qualità di alcuni parametri atmosferici e rendere disponibili tali dati alla comunità scientifica e non.



Perché il cielo è blu?

Sappiamo che la luce “bianca” è composta da sette colori, e d imparato a conoscere il fenomeno della “Diffusione”.

Vediamo se riusciamo a dare una risposta a questa domanda:

Perché il cielo è blu ?

E' ormai noto che l'atmosfera è composta da vari gas e che ha la massima densità vicino terra.

Questa densità diminuisce con l'altitudine.



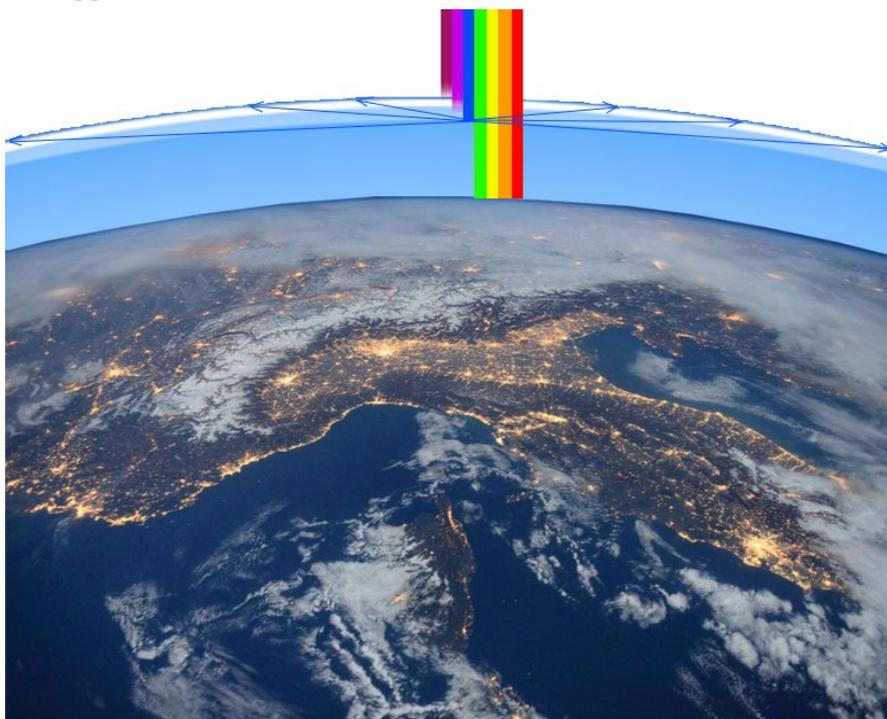
Ma l'aria dell'atmosfera, come sappiamo non è caratterizzata solo da gas, ma trattiene anche piccole particelle di polveri e goccioline d'acqua.

Per comprendere meglio questo fenomeno, possiamo immaginare l'atmosfera composta da una serie numerosissima di strati d'aria, un po' come una cipolla, dove gli strati esterni hanno progressivamente una minor densità sia di gas che di particelle sospese.

Ecco che arriva la luce “bianca” proveniente dal sole.

Velocissimi, tutti i tipi di fotoni penetrano l'atmosfera iniziando a traversare gli strati meno densi, più esterni.

Tuttavia, solo i fotoni che, singolarmente, ai nostri occhi apparirebbero rossi, arancioni, gialli e verdi raggiungono la terra, mentre gli altri (indaco e violetto) si disperdono o vengono arrestati ad esclusione di quelli blu, che, superati i primi strati ed urtando le particelle di polvere e goccioline d'acqua sempre più numerose, si sparpagliano "diffondendosi" verso quegli strati dell'atmosfera che hanno appena traversato, rifrangendosi poi contro di loro ed illuminandoli conseguentemente con il loro caratteristico colore che ai nostri occhi appare "blu".



Ma, allora, perché il cielo ci appare anche rosso?

Eh, ehh, ehhh!

Vediamo il cielo rosso sia al sorgere che al tramontare del Sole.

Questo perché i raggi di luce che provengono dal Sole stesso, sono molto inclinati e devono traversare un maggior spessore di atmosfera, rispetto ai raggi che piovono sulla Terra nelle ore centrali della giornata.

In questa condizione anche tutti gli altri fotoni verranno diffusi, almeno in parte.

Mentre nelle ore centrali della giornata sono i fotoni “blu” a diffondersi negli strati più alti dell’atmosfera, colorando tutta la volta di celeste, adesso anche le altre tipologie di fotoni, a causa dell’elevata inclinazione con la quale penetrano nell’atmosfera, traversando una maggior quantità d’aria ed incontrando un maggior numero di particelle e goccioline d’acqua, finiranno per essere “diffusi” almeno in parte e a secondo delle loro proprietà (lunghezze d’onda), per poi rifrangersi sugli strati più altri dell’atmosfera, colorandola del caratteristico colore rosso-arancione che possiamo apprezzare al tramonto, o all’alba.



L'arcobaleno

Prismi di vetro e “d’acqua”, CD, bolle di sapone ecc. permettono di scomporre la luce bianca nei colori dell’arcobaleno. L’arcobaleno è un bellissimo fenomeno di ottica atmosferica ed è dovuto alla rifrazione e alla riflessione della luce solare. La luce solare che noi possiamo vedere è composta da una mescolanza di fotoni con caratteristiche diverse, ovvero con diverse lunghezze d’onda.

E’ possibile suddividere la luce secondo queste caratteristiche, ciascuna delle quali provoca in noi la sensazione visiva di un colore.



I colori sono sette: rosso, arancione, giallo, verde, blu, indaco e violetto, iniziando dal rosso, verso l’esterno, per finire all’azzurro ed al violetto verso l’interno.

La luce solare, che abitualmente definiamo “bianca” è dunque composta dalla mescolanza di questi colori.

L’arcobaleno si genera quando i raggi di luce incontrano le minutissime gocce d’acqua sospese nell’atmosfera subito dopo un temporale e quindi quando passano dall’incontrare molecole di sola aria ad incontrare quelle dell’acqua.

Penetrando in queste gocce e fuoriuscendone, i raggi di luce subiscono il doppio effetto della rifrazione e della riflessione.

In taluni casi è possibile osservare un secondo arcobaleno (chiamato appunto arcobaleno secondario)

Questo ulteriore fenomeno si verifica quando la luce a causa di un



particolare angolo di provenienza, provoca una doppia riflessione, una verso il basso e l'altra verso l'alto.

Per questo motivo l'arcobaleno secondario ha la

caratteristica di avere la disposizione dei colori invertiti rispetto al primo.

Esistono alte tipologie di arcobaleno, ma sono più rare e difficili da vedere.

Tra queste spicca l'arcobaleno circolare che si può osservare intorno al Sole o alla Luna, determinato dalla presenza di minuscoli cristalli di ghiaccio sospesi in alta quota (nubi cirriformi), ma può capitare di vederli anche intorno ad un lampione stradale a causa delle goccioline d'acqua sospese in aria, dovute alla presenza della nebbia.



La magnetosfera

Abbiamo parlato della Troposfera, lo strato dell'Atmosfera a diretto contatto del suolo dove si concentrano i fenomeni meteorologici ed i principali cicli biochimici che consentono la vita, così come la conosciamo.

Adesso accenniamo anche ad un'altra regione dello spazio, la più esterna, che ha comunque rilevanza per quanto riguarda la vita sulla Terra: la Magnetosfera, che è caratterizzata dal campo magnetico generato dalla massa metallica contenuta nella Terra stessa.

Il nostro Sole diffonde nello spazio una enorme quantità di radiazioni (denominate anche onde elettromagnetiche o fotoni) sia visibili ai nostri occhi che invisibili.



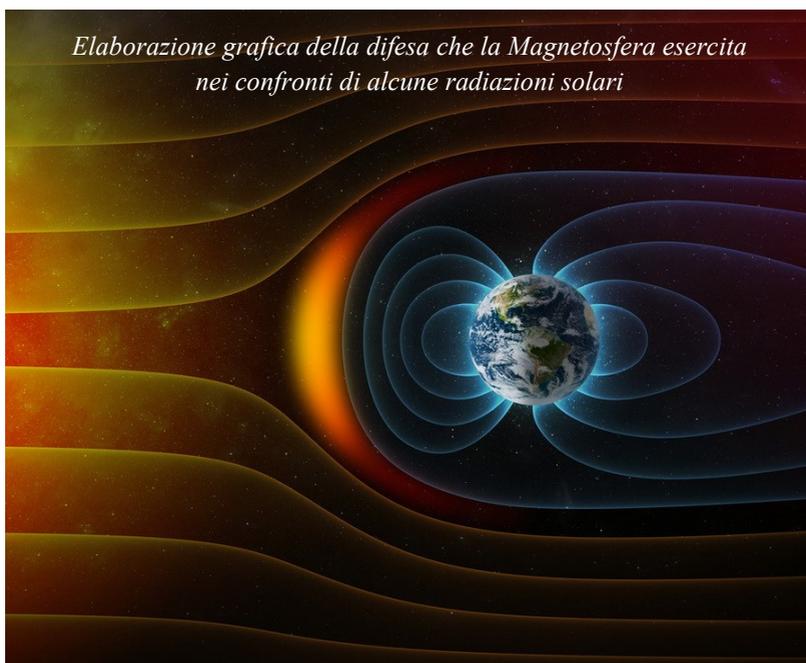
Ricostruzione grafica di una eruzione solare confrontata con le dimensioni della Terra

Tuttavia non si limita solo a questo tipo di particelle ma diffonde anche una grande quantità di altre particelle che hanno una massa (essenzialmente elettroni e protoni) e che, sebbene viaggino ad una

velocità inferiore a quella della luce, sono potenzialmente molto pericolose per la vita sulla Terra.

La quantità di tutte queste particelle è influenzata notevolmente dall'attività solare ed aumenta o diminuisce in funzione della turbolenza dei fenomeni solari, come le eruzioni e le “macchie” solari.

Se per qualche motivo questo campo dovesse venir meno, sarebbero problemi seri per la Terra, visto che è proprio grazie a questo campo magnetico che la maggior parte delle radiazioni più pericolose provenienti dal Sole, vengono deviate, mentre vengono lasciate passare quelle fondamentali alla vita: i fotoni che noi chiamiamo “luce”.



Gli altri stati dell'Atmosfera terrestre

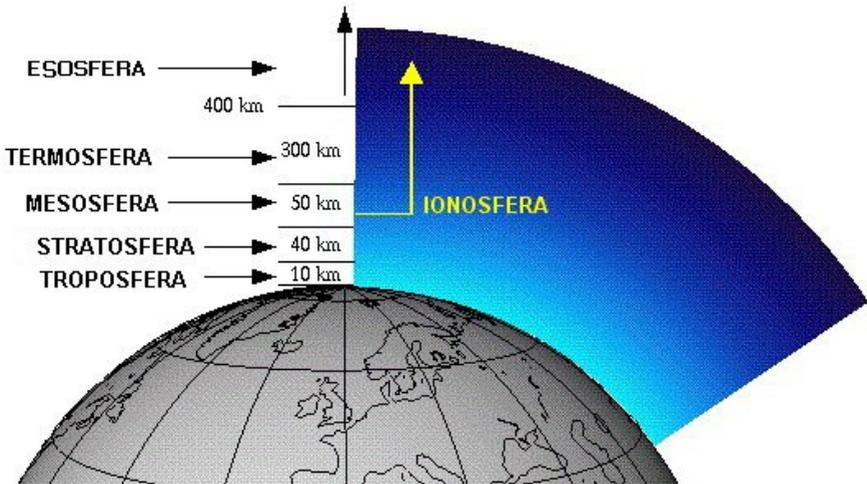
Abbiamo preso in considerazione lo stato più vicino alla Terra, la Troposfera e quello più distante la Magnetosfera che si può considerare appartenere allo stato definito Esosfera.

Per completare l'informazione li elenchiamo sinteticamente tutti.

Troposfera: lo stato più significato per la vita sulla Terra

Stratosfera: particolarmente importante perché contiene la una fascia di Ozono la cui molecola è in grado di arrestare la maggior parte dei raggi ultravioletti provenienti dal Sole e pericoli per la stessa vita sulla Terra .

Mesosfera: ha poche caratteristiche di rilievo per noi terrestri comuni :-) se non per rari fenomeni di nubi "notte-lucenti"



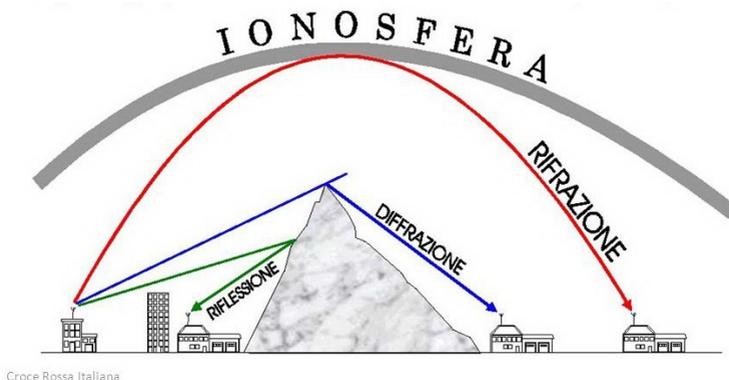
Termosfera: anche questa non ha particolari caratteristiche se non per il fatto che la temperatura delle rare particelle che la popolano raggiungono la non indifferente temperatura di quasi 1.200 gradi centigradi.

Tuttavia le particelle sono così rarefatte che questa non è la temperatura che un “viaggiatore spaziale” percepirebbe.

Ionosfera: la sua denominazione deriva al fenomeno della “ionizzazione” (*) che coinvolge tutti gli strati più esterni a partire dalla Mesosfera.

Questo strato assume una particolare importanza perché le particelle ionizzate hanno la capacità di rifrangere alcune lunghezze d’onda che l’uomo adopera per le trasmissioni radio, facilitandone la trasmissione tra punti sulla Terra non visibili tra loro.

E’ in questo strato che si verifica anche il fenomeno delle aurore polari (vedi più avanti).



(*) *La radiazione solare colpendo gli atomi dei gas presenti nello strato (sebbene molto rarefatti) provoca il distacco di alcuni elettroni*

Esosfera: è l'ultimo strato. Inizia all'altitudine di circa 400 km e si estende per ulteriori 600 km (centimetro più centimetro meno :-)
Dopo, c'è lo spazio interplanetario.

A questo punto, un'ultima curiosità: abbiamo idea di quale sia l'altitudine alla quale orbitano i nostri satelliti artificiali ?

Le orbite vengono suddivise in tre tipologie:

Orbita bassa, dai 160 ai 2.000 km

Orbita media , dai 2.000 ai 36.000 km circa

Orbita alta oltre i 36.000km

Al di sotto dei 300 km di altitudine non ci sono satelliti orbitanti perchè -benchè molto, molto rarefatta - l'Atmosfera li rallenterebbe a tal punto da farli precipitare

La famosa Stazione Spaziale Internazionale, dalla quale ci hanno di recente salutato i nostri astronauti Samantha Cristoforetti e Paolo Nespoli, orbita a circa 410 km.

(...potrebbe essere opportuno ricordare che la distanza in linea d'aria tra Roma e Milano è di 476 km....)



Satelliti preposti al funzionamento del sistema GPS, cioè quello che consente il funzionamento del “navigatore” delle auto e dei telefoni: mediamente 20.000km

Satelliti geostazionari per scopi metereologici, civili e militari, circa 36.000 km

Le aurore polari

Il nostro Sole diffonde nello spazio una enorme quantità di radiazioni (denominate anche onde elettromagnetiche o fotoni) sia visibili ai nostri occhi che invisibili.

Tuttavia non si limita solo a questo tipo di particelle ma diffonde anche una grande quantità di altre particelle che hanno una massa e che, quindi, viaggiano ad una velocità inferiore a quella della luce. Queste particelle sono essenzialmente elettroni e protoni.

La quantità di tutte queste particelle è influenzata notevolmente dall'attività solare ed aumenta o diminuisce in funzione della turbolenza dei fenomeni solari, come le eruzioni e le “macchie” solari.

Il campo magnetico generato dalla Terra (la magnetosfera) riesce a deviare la maggior parte di questi flussi di particelle.

Ciò nonostante, alcuni sciami riescono a penetrare nell'atmosfera fino ad altitudini variabili dai 300 ai 100 chilometri dove finiscono per impattare contro gli atomi, benchè molto rarefatti, che caratterizzano l'atmosfera a quelle quote.



A seguito di questi urti, gli atomi si caricano dell'energia di queste particelle, diventando luminescenti, rivelandosi in quel meraviglioso spettacolo delle aurore boreali e australi.

I due fenomeni hanno dunque la stessa identica origine e la definizione corretta dovrebbe quindi essere “aurore polari”.

La distinzione terminologica torna comunque utile per identificarle in quanto le aurore più spettacolari sono quelle che avvengono nell'emisfero nord; quello boreale.



**UN VOLO SULLA CONOSCENZA
QUADERNI**

Carlo Bartolini
Anguillara Sabazia
2018