

A cura di Antonello Pasini

# KYOTO E DINTORNI

I cambiamenti climatici  
come problema globale

F. Antonioli, M. Colacino, M. Cristaldi,  
A. Di Menno Di Bucchianico, V. Ferrara, P. Lionello,  
A. Pasini, M. Sciortino, G. Szpunar, F.N. Tubiello



**FrancoAngeli**





A cura di Antonello Pasini

# KYOTO E DINTORNI

I cambiamenti climatici  
come problema globale

F. Antonioli, M. Colacino, M. Cristaldi,  
A. Di Menno Di Bucchianico, V. Ferrara, P. Lionello,  
A. Pasini, M. Sciortino, G. Szpunar, F.N. Tubiello

**FrancoAngeli**

Volume stampato con il contributo di CNR - Istituto sull'Inquinamento Atmosferico e Operandi Fondazione British American Tobacco Italia Onlus.



*In copertina:* tempera su cartoncino di Giulia Pasini

Copyright © 2006 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

*L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni specificate sul sito [www.francoangeli.it](http://www.francoangeli.it)*

## *Indice*

<b>Introduzione</b> di <i>Antonello Pasini</i>	pag.	7
 <b>Parte prima - Il mondo si accorge che i cambiamenti del clima sono un problema globale</b>		
<b>1. Introduzione al protocollo di Kyoto</b> di <i>Vincenzo Ferrara</i>	»	15
 <b>Parte seconda - La conoscenza scientifica del problema</b>		
<b>2. I cambiamenti climatici osservati</b> di <i>Michele Colacino</i>	»	47
<b>3. Che cos'è l'effetto serra?</b> di <i>Alessandro Di Menno Di Bucchianico</i>	»	65
<b>4. Il sistema clima e il ruolo degli oceani</b> di <i>Piero Lionello</i>	»	87
<b>5. Alle frontiere della conoscenza sul clima: i modelli e i loro risultati</b> di <i>Antonello Pasini</i>	»	105

**Parte terza - Gli impatti dei cambiamenti climatici  
sugli ecosistemi**

<b>6. La desertificazione</b> di <i>Maurizio Sciortino</i>	»	131
<b>7. La vulnerabilità delle coste</b> di <i>Fabrizio Antonioli</i>	»	149
<b>8. L'impatto dei cambiamenti climatici su agricoltura e foreste</b> di <i>Francesco Nicola Tubiello</i>	»	165
<b>9. L'impatto dei cambiamenti climatici sugli animali</b> di <i>Mauro Cristaldi e Germana Szpunar</i>	»	189
<b>Gli Autori</b>	»	213

## *Introduzione*

di Antonello Pasini

Il concetto di condizioni climatiche di una determinata zona della Terra è stato sicuramente presente nella mente di *homo sapiens* fin dai tempi in cui quest'ultimo vagava in condizioni di nomadismo in epoca preistorica.

Le prime documentazioni scritte relative al clima, poi, le troviamo già in alcuni filosofi naturali greci. E' interessante notare che, come si evince dalla lettura della *Meteorologia* di Aristotele, essi avevano afferrato un concetto di clima che presentava già una ben stabilita corrispondenza con ipotetiche cause dei suoi cambiamenti. Infatti il termine stesso "clima" deriva etimologicamente dalla parola "inclinazione" (*clinamen*, nella traduzione latina di Lucrezio) e viene qui espressamente intesa come relativa ai raggi solari. Nell'esperienza comune, dunque, si era visto che i luoghi più caldi e le stagioni più calde dell'anno erano quelli in cui i raggi solari colpivano pressoché perpendicolarmente il suolo, mentre quelli più freddi erano quelli in cui questi ultimi giungevano al suolo con una maggiore inclinazione rispetto a questa perpendicolare. In accordo con un tale "schema esplicativo", allora, in un determinato periodo dell'anno i climi più freddi si potevano riscontrare a latitudini più alte o, a parità di latitudine, in montagna, dove il terreno non è orizzontale.

In seguito, con l'avvento dell'Impero romano e con i secoli bui del Medioevo, il concetto di clima divenne sempre più quello di una stima qualitativa delle caratteristiche medie del tempo meteorologico di una determinata zona. Dopo la scoperta dell'America, questa stima venne poi meglio delineata ad opera di geografi e naturalisti. In ogni caso, il concetto di clima perse nei secoli quel rapporto con le cause ipotetiche (l'inclinazione dei raggi solari), per rivestire un carattere puramente descrittivo della situazione del tempo in un determinato luogo, eventualmente completata da una descrizione geografica ed ambientale del luogo stesso.



All'avvento della scienza galileiana, con la costruzione di strumenti meteorologici e il nuovo approccio quantitativo all'analisi della realtà naturale, questa descrizione meteo-climatica assunse caratteristiche moderne e nel 1817 fu pubblicato il primo vero e proprio trattato di climatologia ad opera di von Humboldt, completo di una trattazione statistica dei dati raccolti.

Da allora le rilevazioni via via più accurate ed estese (fino alle recenti osservazioni satellitari) hanno permesso di descrivere sempre meglio il clima del pianeta Terra e delle sue diverse zone. La relazione tra il clima, i suoi cambiamenti e le cause ipotetiche di variazione, tuttavia, è stata presa nuovamente in considerazione solo in tempi piuttosto recenti.

Dal punto di vista osservativo, le misurazioni di alcune quantità fisiche (come temperatura, precipitazioni, umidità, direzione ed intensità del vento, ecc.) consentono di conoscere approssimativamente lo “stato” del tempo meteorologico, cioè il tempo che fa ad un certo istante su una determinata zona. Sempre limitandosi al versante osservativo, il clima è invece un concetto che non ha a che fare con un'unica realizzazione puntuale ed istantanea del tempo, bensì è un concetto statistico. Il clima allora risulta definito quando si sia a conoscenza di dati statistici relativi al tempo meteorologico medio e alla sua variabilità su una certa zona e per un lungo periodo di tempo (usualmente un trentennio). Gli stessi dati meteorologici relativi alle quantità fisiche già menzionate consentono allora una determinazione del clima solo se da essi viene estratta una statistica, ottenendo così per ogni variabile valori medi, sparpagliamenti intorno alla media e informazioni sull'avvenire più o meno frequente di eventi estremi (come precipitazioni molto intense o lunghi periodi di siccità, e come ondate di freddo o di caldo particolarmente forti).

Come vedremo, facendo leva su questo concetto statistico si è potuto dettagliare osservativamente il clima delle varie zone del nostro pianeta, clima che oggi conosciamo molto bene<sup>1</sup>. Ciò nonostante, la descrizione accurata del clima attuale e passato non ci dice nulla sulle cause dei suoi cambiamenti osservati, né, tanto meno, ci consente di fare ipotesi per il futuro. Per far ciò è ovviamente necessario legare una particolare realizzazione del clima, vista come effetto, alle cause che possono averla prodotta. In tal senso occorre recuperare una visione che sia legata all'antico concetto di clima, quel concetto che per la prima volta abbiamo visto descritto nelle opere dei filosofi naturali greci e che forniva un tentativo di spiegazione, sia pure qualitativo e grossolano, di come funziona la “macchina climatica” terrestre.

<sup>1</sup> Nel capitolo 5 discuteremo, inoltre, di come questo stesso concetto statistico di clima sia alla base della possibilità dei modelli di fornire proiezioni per scenari climatici futuri.

Precursori, in epoca moderna, di questo approccio allo studio del clima sono stati indubbiamente Arrhenius, che nel 1896 per primo pose il problema del cosiddetto “effetto serra” studiando le variazioni di temperatura dell'aria indotte dal variare della concentrazione di CO<sub>2</sub>, e Milanković, che nel 1941 elaborò una teoria astronomica che potesse rendere conto del susseguirsi di ere glaciali e periodi interglaciali. Solo negli ultimi decenni, però, si è potuta constatare la complessa interazione di molti elementi diversi all'interno del sistema climatico ed è stato possibile trattare compiutamente i delicati rapporti causa-effetto che vi si instaurano.

A seguito dell'evoluzione storica così rapidamente delineata, diviene interessante notare come dalla fine degli anni '70 la comunità internazionale, tramite l'ONU, abbia preso in considerazione i cambiamenti climatici globali come fattore di rischio per l'umanità e si sia dotata di strumenti per lo studio del fenomeno e dei suoi impatti. Ciò da un lato ha contribuito a far sì che si studiasse di più e si cominciasse a conoscere meglio il fenomeno, dall'altro lato ha portato questo problema alla ribalta dal punto di vista della negoziazione internazionale e, conseguentemente, lo ha reso di dominio pubblico tramite i *media*.

In particolare, va osservato come per gli scopi dell'ONU non basti una determinazione del clima in termini di osservazioni e relative analisi statistiche, bensì sia necessario capire come funziona complessivamente la “macchina climatica” in condizioni normali o a seguito di qualche perturbazione, come ad esempio quelle apportate dalle attività umane. Pertanto occorre legare le cause primarie agli effetti, cioè alle diverse realizzazioni del clima. E le cause primarie vanno ricercate nei cambiamenti del bilancio energetico terrestre tra energia entrante (essenzialmente solare) ed energia uscente verso lo spazio esterno al nostro pianeta. Occorre, in sostanza, avere una visione moderna e onnicomprensiva del sistema Terra e delle interazioni fisiche che in esso hanno luogo.

E qui inizia la storia di questo volume. Esso prende spunto proprio dall'iter della negoziazione internazionale sul clima, con una discussione dettagliata delle idee che ne sono a fondamento e del testo del protocollo di Kyoto, oggi vagamente noto per l'eco suscitata negli ambienti politici ed economici dalla sua recente ratifica, ma non conosciuto per l'effettivo contenuto. In tale contesto, in cui, fra l'altro, sono presenti polemiche su determinati risultati scientifici sui quali il protocollo si basa, si vuole fornire proprio una rassegna divulgativa, rigorosa ed aggiornata, sullo “stato dell'arte” della ricerca climatica contemporanea, sia dal punto di vista di quanto sappiamo sul comportamento osservato e previsto del sistema clima (seconda parte del libro), sia relativa-

mente agli impatti dei suoi cambiamenti recenti e di quelli ipotizzati per il futuro sugli ecosistemi presenti nel nostro pianeta (terza parte), che sono proprio quelli che stanno influenzando (e influenzeranno) direttamente tutti noi.

Nel far ciò, si è posta una grande attenzione nel descrivere metodi e risultati della ricerca climatica, spaziando dall'osservazione nel passato alla previsione per il futuro e, all'interno di questi contesti temporali, passando da indagini e risultati a scala globale a quelli relativi ad una scala regionale o locale. In particolare, raccogliendo in una sola opera i saggi complementari e sinergici di alcuni tra i massimi esperti italiani in materia, pur partendo da un contesto di cambiamenti osservati nel passato e previsti per il futuro a livello globale, si è inteso anche fornire uno “zoom” sulla situazione mediterranea e soprattutto italiana.

Nel capitolo 1 Vincenzo Ferrara ci presenta una piccola storia della negoziazione internazionale sul clima, da lui vissuta in prima persona in tante riunioni a livello internazionale. La sua memoria storica e i testi a cui fa esplicito riferimento ci consentono di seguire un percorso che ci porta dalla comprensione dei principi generali che guidano la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (spesso ignorati, ma senza i quali non si possono comprendere gli sviluppi successivi), fino alla stesura del protocollo di Kyoto, ai dettagli dei suoi meccanismi di attuazione e alla fase attuale di discussione sul cosiddetto “post Kyoto”.

Michele Colacino, nel capitolo 2, ci fornisce una rassegna rigorosa ed aggiornata sui metodi e i risultati della climatologia osservativa. In tal modo egli spazia dalla ricostruzione dei paleoclimi con varie metodiche (e con una discussione degli ultimi risultati del progetto EPICA che consentono di risalire a 650.000 anni fa) fino alle moderne osservazioni strumentali. Partendo da risultati e considerazioni globali, si concentra poi sui segnali di cambiamento climatico recente nel bacino del Mediterraneo ed in Italia.

Nel capitolo 3 Alessandro Di Menno Di Bucchianico ci spiega dettagliatamente che cos'è l'effetto serra, l'effetto, cioè, che oggi è ritenuto il massimo imputato per il riscaldamento globale. In questo saggio, inoltre, si discutono accuratamente sorgenti e caratteristiche dei principali gas serra, nonché alcuni probabili scenari di evoluzione per queste importanti sostanze che gli studiosi del clima stanno delineando per il nostro futuro prossimo.

Nel capitolo 4 Piero Lionello ci introduce nel mondo della complessità che caratterizza il sistema clima. Si scopre così che le componenti che contribuiscono a determinare il clima sono molteplici e le loro azioni e retroazioni reciproche vengono illustrate chiaramente. Un'attenzione particolare viene prestata alle interazioni tra oceani e atmosfera, con una discussione del ruolo de-

gli oceani sia a livello globale che a scala regionale: in quest'ultimo contesto viene discussa in dettaglio la circolazione nord-atlantica e il suo ruolo nel poter determinare “catastrofi climatiche”.

Antonello Pasini, nel capitolo 5, ci fa entrare nel mondo dei modellisti climatici, cioè dei ricercatori che utilizzano il calcolatore come un “laboratorio virtuale” per simulare il clima. In questo saggio viene mostrato come i modelli siano oggi in grado di ricostruire il clima del passato recente e possano fornire anche proiezioni per il futuro di questo secolo. Si discutono, inoltre, i loro risultati sia a livello globale che a scala più ridotta (per il bacino del Mediterraneo e l'Italia). Tali modelli, però, sono estremamente complessi e il loro utilizzo ha suscitato alcune critiche: viene posta, allora, l'attenzione anche su una metodica alternativa molto recente e sui suoi risultati applicativi.

Nel capitolo 6 Maurizio Sciortino ci parla del fenomeno della desertificazione e dei suoi legami con i cambiamenti climatici. Una volta descritta la dimensione globale del problema, l'autore si concentra su un'analisi delle complesse concause del problema, da quelle naturali a quelle più propriamente legate alle attività umane. Anche in questo saggio si esamina la situazione mediterranea ed italiana, che purtroppo non è esente da problemi, illustrando in particolare alcuni casi critici. Infine, vengono discusse le attività possibili al fine di contenere il fenomeno della desertificazione.

Nel capitolo 7 Fabrizio Antonioli si occupa della vulnerabilità delle coste in un regime di cambiamenti climatici, in atto e previsti. Partendo da considerazioni globali sulle variazioni del livello del mare per mutamenti nella temperatura e nella quantità di ghiacci, si giunge a comprendere che a scala locale molti fattori diversi influenzano il livello relativo del mare, tra cui quelli geologici dovuti sia a cause naturali che a influssi antropici. In tale contesto, il saggio prosegue con un'analisi dettagliata della situazione delle coste italiane, evidenziando concreti scenari per le zone maggiormente vulnerabili.

Francesco Nicola Tubiello, nel capitolo 8, analizza gli impatti dei cambiamenti climatici su agricoltura e foreste. Nel far ciò, si descrive innanzi tutto quel “colossale atto respiratorio” che avviene nella biosfera da parte del mondo vegetale e che coinvolge scambi enormi di acqua, carbonio e azoto. Vengono analizzati studi sperimentali e modellistici relativi all'influenza sulle piante di un aumento di CO<sub>2</sub> in atmosfera, andando poi a verificare gli impatti osservati nella realtà e quelli che si prospettano per il futuro, specie sulla produzione agricola. A questo proposito risulta particolarmente impressionante constatare le asimmetrie di produzione che si vengono delineando nelle varie parti del mondo, soprattutto quelle tra Paesi sviluppati e Paesi in via di sviluppo. Conclude il saggio una discussione sulle possibili azioni future.

Infine, nel capitolo 9 Mauro Cristaldi e Germana Szpunar analizzano gli impatti osservati e previsti dei cambiamenti climatici sugli animali, sia nel mondo che nelle regioni a noi più vicine. Da questo saggio si può apprendere quali siano state le risposte del mondo animale a questi cambiamenti nel passato e cosa ci si debba aspettare per il futuro. In particolare, si prospettano e si analizzano le tre principali possibilità di risposta degli animali: lo spostamento dell'area di distribuzione, l'adattamento (ad esempio con la migrazione o il letargo, con i cambiamenti nella riproduzione, nei cicli vitali o nella morfologia) e infine – estrema possibilità – l'estinzione.

Questo volume consente pertanto al lettore di trovare alcune risposte della scienza, come sempre provvisorie ed in evoluzione, ma via via più accurate, a molte domande cruciali. Ad esempio: “Quali cambiamenti climatici si sono riscontrati nel passato a livello globale e in Italia? Cos'è l'effetto serra? Come fanno gli scienziati a comprendere e prevedere il comportamento di un sistema così complesso come il clima? E' vero che il livello dei mari salirà? Quali saranno gli impatti sulle coste italiane? Si parla di una diminuzione di piogge nel bacino del Mediterraneo: ciò porterà a desertificazione anche da noi? E' vero che con un aumento di anidride carbonica le piante cresceranno di più? Come sarà la distribuzione delle risorse agricole in un regime climatico mutato? E' vero che molti animali saranno a rischio di estinzione? E' vero che potranno migrare le zanzare che portano la malaria?”.

Il quadro che si presenta, e che il lettore giudicherà da sé alla fine di questo “viaggio” nella scienza del clima, è sicuramente articolato, quasi fosse un prototipo dei tanti problemi complessi che la società contemporanea ci pone. Come abbiamo visto, in questo ambito così complesso l'indagine scientifica è ancora giovane, eppure essa già fornisce delle indicazioni precise. Allora compito degli scienziati è quello di sviluppare ulteriormente le proprie indagini in questo campo, non solo per accrescere la nostra conoscenza dei problemi relativi ai cambiamenti climatici, ma anche per permettere di prendere decisioni di intervento che siano scientificamente fondate e, come ammoniva il Galileo di Brecht, a esclusivo vantaggio dell'umanità. Compito della società, d'altro canto, è permettere loro di farlo, ad esempio garantendo la libertà dall'interesse economico e le condizioni più adeguate per le loro ricerche.

Infine, mi auguro che questo libro possa contribuire alla divulgazione della conoscenza scientifica in un ambito che nel prossimo futuro richiederà sicuramente una diffusa coscienza del problema qui esaminato.

*Parte prima*

**Il mondo si accorge che i cambiamenti del clima  
sono un problema globale**



## *1. Introduzione al protocollo di Kyoto*

di Vincenzo Ferrara

Il protocollo di Kyoto è il risultato di un processo negoziale, ancora in corso, le cui origini possono essere collocate nell'anno 1979, quando fu tenuta a Ginevra, tra il 12 ed il 23 febbraio, la prima "Conferenza mondiale delle Nazioni Unite sul clima", una conferenza scientifica internazionale, organizzata non solo per fare il punto sulla situazione climatica del nostro pianeta e sulla evoluzione del clima globale, ma anche per avviare forme di cooperazione scientifica internazionale su temi prioritari della ricerca sul clima e sulle osservazioni climatiche. Alla conclusione di questa conferenza fu approvata anche una dichiarazione finale che metteva in risalto l'importanza del clima come risorsa naturale vitale e sollecitava i governi mondiali ad agire in modo da prevenire eventuali interferenze delle attività umane sugli andamenti naturali del clima.

### **1.1 Il negoziato sul clima**

A seguito della conferenza di Ginevra fu istituito nel 1980 il "programma mondiale di ricerche sul clima", coordinato da tre organizzazioni internazionali: la WMO (*World Meteorological Organization*), l'UNEP (*United Nations Environment Programme*), l'ICSU (*International Community of Scientific Unions*), e con la partecipazione della IOC (*International Oceanographic Commission*) dell'UNESCO. Mano a mano che le ricerche scientifiche sul clima si ampliavano e si approfondivano, anche il dibattito internazionale, non solo scientifico, si intensificava con toni spesso conflittuali, soprattutto dopo la scoperta nel 1985 del cosiddetto "buco di ozono" sull'Antartico la cui origine era da attribuire largamente alle attività umane.

Nel 1988 fu istituito, dalla WMO e dall'UNEP, l'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), un organismo scientifico consultivo con il man-



dato di valutare le informazioni scientifiche disponibili sui cambiamenti climatici, esaminare gli impatti sociali ed economici delle modificazioni del clima e proporre strategie di risposta per prevenire e controllare i cambiamenti del clima. L'istituzione di IPCC, sostenuta fortemente da molti Paesi, era diventata una necessità, vista la politicizzazione che stava assumendo la questione del clima e viste le contrastanti opinioni degli scienziati sul problema dei cambiamenti climatici. Con l'IPCC si tentava, infatti, di attenuare i contrasti, mettendo insieme gli scienziati di tutti i Paesi ONU affinché, confrontandosi in materia di clima, pervenissero a valutazioni e sintesi consensualmente accettate che le Nazioni Unite potessero assumere come riferimento.

Nel 1990 fu organizzata a Ginevra, dalle Nazioni Unite, la seconda conferenza mondiale sul clima: SWCC (*Second World Climate Conference*), che partendo dalle prime valutazioni IPCC, intendeva mettere a confronto politici e scienziati per discutere e valutare l'opportunità di intraprendere, o meno, iniziative a favore della protezione del clima contro l'interferenza delle attività umane. Nelle conclusioni scientifiche, e nella dichiarazione politica finale dei rappresentanti governativi presenti, emersero alcune raccomandazioni che dovevano essere considerate prioritarie:

- I problemi dei cambiamenti climatici dovevano fare parte integrante di problemi dello sviluppo socio-economico mondiale e, più in generale, dello sviluppo sostenibile.
- I problemi dei cambiamenti climatici, dovevano essere considerati in una visione complessiva che teneva conto delle esigenze di tutti i Paesi compresi i problemi dei Paesi produttori di combustibili fossili e i problemi dei Paesi dei piccoli stati insulari, soprattutto di quelli delle piccole isole costituite da atolli.
- I problemi dei cambiamenti climatici, nel loro insieme, avrebbero potuto trovare integrazione con i problemi dello sviluppo economico e della protezione dell'ambiente, in un apposito accordo internazionale delle Nazioni Unite che avesse avuto come "obiettivo a lungo termine la stabilizzazione delle concentrazioni atmosferiche di gas serra ad un livello tale da evitare pericolose interferenze con il clima".

Nonostante la seconda Conferenza mondiale sul clima avesse evidenziato la necessità di definire un apposito trattato internazionale sul problema dei cambiamenti climatici, permaneva una controversia fra i Paesi delle Nazioni Unite e fra gruppi di Paesi. Le controversie si basavano su due punti di vista differenti.

Alcuni Paesi ritenevano opportuno procedere con una convenzione quadro sul "diritto all'atmosfera" che comprendeva tutti i diritti dell'atmosfera (come l'inquinamento atmosferico, la protezione della fascia di ozono, i cambia-

menti climatici, ecc.) in analogia con la convenzione sul “diritto del mare” approvata a Montego Bay nel 1982. Altri Paesi, invece, ritenevano opportuno procedere con una specifica convenzione quadro sui cambiamenti climatici, dal momento che il problema del clima con tutte le sue implicazioni nei settori dello sviluppo economico (produzione ed uso dell’energia, ambiente, trasporti, economia, ecc) era un problema di per sé già abbastanza vasto e complesso, da meritare un trattato “ad hoc”.

L’Assemblea Generale delle Nazioni Unite decise per questa seconda ipotesi e, con la risoluzione 45/212, avviò ufficialmente i negoziati internazionali per la definizione di una convenzione quadro sui cambiamenti climatici. I negoziati internazionali furono condotti dall’INC: “*International Negotiating Committee*”, che cominciò i suoi lavori nel febbraio 1991 e li concluse il 9 maggio 1992 mettendo a punto il testo base della “*United Nations Framework Convention on Climate Change*”, la cui sigla è UNFCCC, che fu portata, per la sottoscrizione, alla Conferenza mondiale sull’ambiente e lo sviluppo (Conferenza UNCED) tenuta nel giugno 1992 a Rio de Janeiro.

#### *1.1.1 La UNFCCC: Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici*

Il quadro di riferimento di tutti gli impegni in materia di protezione del clima e di prevenzione dei rischi di cambiamenti climatici generati dalle attività umane è la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, la cui sigla internazionale è UNFCCC. La UNFCCC stabilisce i principi generali e definisce l’obiettivo di prevenzione dei rischi di interferenza delle attività umane con il sistema climatico. Stabilisce gli impegni che devono essere assunti per raggiungere l’obiettivo della Convenzione suddivisi per gruppi di Paesi e istituisce appositi organi di gestione della UNFCCC per rendere operativa la UNFCCC e verificarne l’attuazione.

La UNFCCC ha ottenuto la ratifica da parte di 189 Paesi (la quasi totalità dei Paesi aderenti alle Nazioni Unite). E’ entrata in vigore il 21 marzo del 1994 e, da questa data, le norme e le disposizioni contenute nella UNFCCC sono obblighi legalmente vincolanti per tutti i Paesi che l’hanno ratificata. L’Italia ha ratificato la UNFCCC il 15 gennaio 1994 con legge n.65/94.

La filosofia generale della UNFCCC e di tutto il processo negoziale che la UNFCCC ha avviato, è molto semplice. Se il problema dei cambiamenti climatici, generati dalle attività umane, rappresenta complessivamente un rischio aggiuntivo per lo sviluppo ed il benessere dell’umanità, questo rischio aggiuntivo va affrontato sia a monte, e cioè sulle cause di origine antropica che aumentano il rischio dei cambiamenti del clima, sia a valle, e cioè sugli effetti

e le conseguenze negative che si potrebbero manifestare qualora il cambiamento climatico avvenisse.

La UNFCCC, nel riconoscere che i cambiamenti climatici ed i conseguenti effetti negativi costituiscono, in virtù della natura globale di questo rischio, una preoccupazione comune di tutta l'umanità (*a common concern of humankind*), richiama l'attenzione sul fatto che nessun Paese o gruppo di Paesi dovrebbe sottrarsi al dovere di proteggere il clima globale per le generazioni attuali e quelle future (*to protect the climate system for present and future generations*) e chiede di adottare misure idonee a fronteggiare i rischi comuni.

La UNFCCC chiarisce che fronteggiare i rischi comuni significa, in particolare, l'adozione di due specifiche strategie: la strategia della "mitigazione dei cambiamenti climatici" (relativa ad interventi che agiscono sulle cause dei cambiamenti climatici) e la strategia di "adattamento ai cambiamenti climatici" (relativa ad interventi che agiscono sugli effetti dei cambiamenti climatici).

La strategia di mitigazione ha l'obiettivo di eliminare, o quanto meno rallentare, i cambiamenti climatici dovuti alle attività antropiche, ed in particolare eliminarne la principale causa che è l'accumulo di gas serra in atmosfera provenienti dalle attività umane, accumulo che, per le caratteristiche che hanno questi gas serra di trattenere il calore, determina uno spostamento dell'equilibrio complessivo del bilancio energetico del sistema climatico e, quindi, una variazione del clima.

La strategia di adattamento ha l'obiettivo di predisporre piani, programmi, azioni e misure tali da minimizzare le conseguenze negative e i danni causati dai possibili, o probabili, cambiamenti climatici, cioè tali, sia da ridurre la vulnerabilità territoriale e quella socio economica ai cambiamenti del clima, sia da sfruttare le nuove opportunità di sviluppo socio economico che dovessero sorgere a causa dei cambiamenti del clima e dei suoi effetti.

### *1.1.2 I principi della UNFCCC*

I principi generali su cui si basa la UNFCCC hanno una importanza enorme e molto al di là di quello che potrebbe apparire ad una prima lettura. Questi principi hanno, tra l'altro, tracciato il percorso di tutti i negoziati, non solo per arrivare al protocollo di Kyoto, ma anche per proseguire con il post Kyoto. I principi generali sono definiti nell'art. 3 della UNFCCC, e sono poi richiamati, di volta in volta, e secondo gli specifici contesti, nei successivi articoli. Tre di tali principi rivestono una particolare importanza nella impostazione della UNFCCC e nel successivo seguito del protocollo di Kyoto: il principio di precauzione, il principio della responsabilità comune ma differenziata e il principio dell'equità.

### *Il principio di precauzione*

Il principio di precauzione dice (art. 3.3) che l'incertezza delle conoscenze scientifiche non può essere usata come scusa per posticipare un intervento quando esiste comunque il rischio di un danno irreversibile e che, sulla base di questo principio vanno individuate le opportune misure preventive per ridurre le cause dei cambiamenti climatici e per minimizzarne i suoi effetti negativi (*the Parties should take precautionary measures to prevent the causes of climate change and mitigate its adverse effects*).

Vale la pena osservare, che le Nazioni Unite non usano la parola “*prevention*”, ma “*precaution*” perché la parola “prevenzione” fa riferimento ad un rischio preciso e statisticamente determinato in termini di distribuzione delle probabilità, mentre la parola “precauzione” fa riferimento ad un rischio, come appunto quello climatico, la cui quantificazione, allo stato attuale delle conoscenze scientifiche, è molto incerta.

Il principio di precauzione è un principio etico e non scientifico: di conseguenza le scelte degli obiettivi pratici da conseguire per prevenire i cambiamenti climatici generati dalle attività umane e l'adeguatezza delle contromisure necessarie per combattere sia le cause che gli effetti dei possibili cambiamenti climatici, non sono ovviamente definibili in modo quantitativo o su presupposti scientificamente indiscutibili, ma vanno determinate sulla base di un sistema di valori condivisi, che comprenda il valore etico, oltre che economico, del benessere che si vuole mantenere o conseguire in relazione alla minaccia di un cambiamento climatico, l'entità dei costi e dei benefici che si devono affrontare per la prevenire le conseguenze negative, ecc.

### *Il principio di responsabilità*

Il principio della responsabilità comune ma differenziata dice, in pratica, che tutti i Paesi della Terra sono responsabili per le conseguenze sull'ambiente globale ed al clima globale, tuttavia tale responsabilità è differente fra i vari Paesi sia per motivi storici, sia in relazione alle condizioni di sviluppo socio-economico ed alle capacità di perturbare l'ambiente globale.

Questo principio è quello che ha guidato e guida l'organizzazione temporale e le scadenze degli impegni e delle azioni da svolgere. Infatti, questo principio implica: 1) che i Paesi industrializzati devono impegnarsi di più dei Paesi in via di sviluppo per disinquinare il pianeta, 2) che i Paesi industrializzati devono essere i primi, rispetto ai Paesi in via di sviluppo, ad assumere ed attuare impegni ed obblighi, ed, infine, 3) che i Paesi industrializzati devono dimostrare di aver ottenuto risultati significativi, prima di chiedere