



# Cambiamento climatico, agricoltura e alimentazione



**Fondazione  
Barilla**

*il tuo cibo, la tua terra*

people, environment, science, economy



|  |           |
|--|-----------|
| <b>EXECUTIVE SUMMARY</b>   | <b>4</b>  |
| <b>PARTE A: SCENARIO</b>   |           |
| <b>1. IL CAMBIAMENTO CLIMATICO: DUE DIVERSE CHIAVI DI LETTURA</b>                              | <b>7</b>  |
| 1.1 Le principali evidenze del cambiamento climatico   | 8         |
| 1.1.1 Impatti del cambiamento climatico in Italia  | 12        |
| 1.2 I fattori che determinano il cambiamento climatico   | 13        |
| 1.2.1 Le emissioni di gas serra  | 13        |
| 1.2.2 I fattori che incidono sull'aumento delle emissioni di gas serra                         | 15        |
| 1.3 I possibili scenari futuri   | 15        |
| 1.4 La valutazione economica degli impatti del cambiamento climatico                           | 18        |
| 1.4.1 I costi delle politiche di intervento e i costi del non intervento                       | 19        |
| 1.5 L'emergere di una rinnovata consapevolezza ambientale nella società                        | 20        |
| <b>2. CARBON FOOTPRINT ED ECOLOGICAL FOOTPRINT</b>   | <b>23</b> |
| 2.1 <i>Carbon Footprint</i>  | 23        |
| 2.1.1 Introduzione e definizione di <i>Carbon Footprint</i>                                    | 23        |
| 2.1.2 Perché si misura il <i>Carbon Footprint</i> ?  | 25        |
| 2.1.3 I dati quantitativi del <i>Carbon Footprint</i>  | 25        |
| 2.1.4 Possibili soluzioni alla riduzione delle emissioni di gas serra                          | 26        |
| 2.2 <i>Ecological Footprint</i> : risultati globali, confronti internazionali e scenari futuri | 27        |
| <b>3. LO SCENARIO DELLE POLITICHE INTERNAZIONALI</b>   | <b>30</b> |
| 3.1 Il protocollo di Kyoto   | 32        |
| 3.2 Le negoziazioni in essere per la definizione della strategia post-Kyoto                    | 35        |
| 3.3 Le strategie adottate dall'Unione Europea e dagli altri principali Paesi                   | 36        |
| <b>PARTE B: CAMBIAMENTO CLIMATICO E SETTORE AGROALIMENTARE</b>                                 |           |
| <b>4. CAMBIAMENTO CLIMATICO E SETTORE AGRICOLO</b>   | <b>39</b> |
| 4.1 Il contributo del settore agricolo al cambiamento climatico                                | 39        |
| 4.2 Gli effetti del cambiamento climatico sul settore agricolo                                 | 41        |
| 4.2.1 Gli impatti del cambiamento climatico sulla produttività agricola                        | 41        |
| 4.2.2 Le ripercussioni sul cambiamento climatico sulla sicurezza della catena alimentare       | 43        |
| 4.2.3 Scarsità di risorse alimentari e impatti sulla sicurezza sociale                         | 44        |
| 4.3 Alcune strategie per un'agricoltura climacompatibile                                       | 45        |
| 4.3.1 Mitigazione e adattamento  | 45        |
| 4.3.2 Quali strategie per uno sviluppo sostenibile in ambito agroalimentare                    | 47        |
| 4.4 Sistemi di finanziamento e incentivi   | 50        |
| <b>5. LA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DELLE DIETE ALIMENTARI</b>                                   | <b>51</b> |
| 5.1 <i>Climate Foodprint</i> : l'impatto ambientale del sistema alimentare                     | 51        |
| 5.2 La "piramide alimentare" e l'impatto ambientale degli alimenti                             | 53        |
| <b>PARTE C: RACCOMANDAZIONI</b>  |           |
| <b>6. LE AREE DI INTERVENTO</b>  | <b>57</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIA</b>  | <b>62</b> |

# Executive Summary

## SCENARIO

- Secondo la **definizione** utilizzata dall'*United Nations Framework Convention on Climate Change* - UNFCCC, il cambiamento climatico si riferisce a *un cambiamento - maggiore rispetto alla variabilità naturale del clima osservata in paragonabili periodi di tempo - dello stato del clima; tale variazione è attribuita ad un'alterazione della composizione dell'atmosfera globale, direttamente o indirettamente causata dall'attività dell'uomo.*
- Le **evidenze e gli scenari** presentati nel rapporto realizzato dall'IPCC<sup>1</sup> hanno destato particolari preoccupazioni soprattutto per le possibili implicazioni che questi avranno sugli ecosistemi, sulle popolazioni e sui settori economici che dipendono dalle condizioni climatiche di contesto. Tra le principali evidenze emerse a livello globale possiamo citare i seguenti fenomeni:
  - A. incremento complessivo delle temperature su scala globale:** gli anni compresi tra il 1997 e il 2008 si collocano fra i più caldi mai registrati da quando si dispone di misure globali della temperatura (1850). Otto dei dieci anni più caldi mai registrati si sono verificati dal 2001. Negli anni più recenti, l'aumento totale della temperatura registrato a livello globale tra la media del periodo 1850-1899 e quella del periodo 2001-2005 è di 0,76 °C;
  - B. scioglimento e conseguente contrazione della superficie terrestre e marina coperta dai ghiacci:** le osservazioni satellitari effettuate dal 1978 mostrano come l'estensione annuale media dei **ghiacci marini artici** si sia ridotta del 2,7% per decade, con maggiori diminuzioni durante i periodi estivi (7,4% per decade);
  - C. innalzamento del livello dei mari:** il livello medio globale dei mari è cresciuto a un tasso medio di 1,8 mm all'anno, tra il 1961 e il 2003. Il tasso di crescita è stato maggiore durante il periodo 1993-2003: circa 3,1 mm all'anno;
  - D. variazione nella manifestazione territoriale e nell'intensità delle precipitazioni, nonché incremento della frequenza di fenomeni "estremi"** (inondazioni, periodi di siccità, ecc). Nel periodo 1900-2005 è stato possibile osservare significativi incrementi delle precipitazioni nelle parti orientali del Nord e del Sud America, nel Nord Europa e in Asia Settentrionale e Centrale; nei Paesi della fascia subtropicale (compresa dai 10° ai 30° di latitudine nord), invece, sono state osservate delle diminuzioni.
- Secondo l'IPCC, cambiamenti nella concentrazione atmosferica dei **gas serra** e degli aerosol (piccole particelle, es. nitrati, polveri, ecc.), nella **copertura forestale** terrestre e nelle **radiazioni solari** sono in grado di alterare la bilancia energetica del sistema climatico, creando gravi scompensi.
- Nel periodo 1970-2004, le **emissioni globali dei gas serra (GHGs) sono cresciute del 70%**. L'ammontare più significativo di gas serra è stato generato dalle attività relative a: **approvvigionamento energetico (26%), industria (19%), deforestazione e utilizzo dei terreni (17,4%), agricoltura (14%) e trasporti (13%)**.
- L'ultimo rapporto dell'IPCC conferma che i **futuri cambiamenti climatici** non riguarderanno soltanto l'innalzamento delle temperature, ma produrranno anche una modifica dell'intero sistema climatico con serie ripercussioni sugli ecosistemi e sulle attività umane (prevalentemente sull'attività agroalimentare). Gli scenari delineati dall'IPCC prospettano un aumento delle emissioni<sup>2</sup> globali di GHGs compreso in un intervallo che va da 9,7 a 36,7 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>-eq tra il 2000 e il 2030.
- Il **Carbon Footprint** è l'ammontare totale delle emissioni di diossido di carbonio (CO<sub>2</sub>) e di altri gas serra (GHG) associati alla realizzazione di un prodotto (bene di consumo, bene intermedio) o servizio (organizzazione di eventi, conferenze ecc.)<sup>3</sup>. Il **carbon footprint** si misura al fine di contenere e gestire le attuali emissioni con l'obiettivo di ridurle in futuro in accordo con le politiche ambientali intraprese e per diffondere e presentare i dati ad Enti pubblici e aziende private. Da un punto di vista delle evidenze empiriche, le emissioni di gas serra nel mondo sono generate prevalentemente da Stati Uniti, Cina, EU27, Russia, India e Giappone, che complessivamente pesano per il 70% delle emissioni totali. L'Italia si posiziona al decimo posto per emissioni assolute<sup>4</sup>.
- L'**Ecological Footprint** (impronta ecologica) è un indicatore statistico che mette in relazione il consumo umano di risorse naturali con la capacità del nostro pianeta di rigenerarle.

1 "Fourth Assessment Report: Climate Change 2007", IPCC, 2007

2 Aumenti previsti rispetto alla baseline

3 Fonte: Unione Europea, Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability, 2007

4 Fonte: World Research Institute - Climate Analysis Indicator Tool

Questo indice infatti misura l'area biologicamente produttiva (di mare e terra) necessaria per produrre le risorse consumate dall'uomo e per assorbire i rifiuti che genera<sup>5</sup>. Sommando le diverse componenti che costituiscono l'indicatore, si ottiene l'"area equivalente" necessaria per produrre la quantità di biomassa usata da una data popolazione, misurata in "ettari globali" (gha).

- Attualmente l'umanità avrebbe bisogno di **1,3 volte il pianeta Terra** per sostenere i propri consumi e assorbire i propri rifiuti (ciò significa che alla Terra occorrono un anno e 4 mesi circa per rigenerare le risorse consumate dall'uomo in un anno e assorbirne i rifiuti). I Paesi con il più elevato *Ecological Footprint* pro capite sono gli Emirati Arabi Uniti e gli Stati Uniti. Tra i primi 15 Paesi figurano anche alcuni Paesi del nord Europa (come Danimarca, Norvegia, Estonia e Irlanda) e del sud Europa (Grecia e Spagna).

L'Italia invece si trova in 24-ma posizione, con un *Ecological Footprint* di 4,76 ettari globali per persona. L'*Ecological Footprint* di ogni italiano rappresenta in media un'area che, se immaginata come una semplice superficie, sarebbe equivalente a un quadrato di oltre 218 metri di lato, pari a più di 6 campi da calcio. Per considerare le varie componenti dell'*Ecological Footprint* si immagini tale superficie coperta per l'1,4% da mare, per il 9,1% da foreste, per il 24,9% da terreni agricoli, per il 4,5% da pascoli, per il 2% da superfici edificate (città, strade, infrastrutture), e per ben il 58,1% da aree coperte da foresta necessarie per l'assorbimento dell'anidride carbonica.

- In relazione agli **scenari futuri** di crescita dell'*Ecological Footprint*, l'umanità dovrà far fronte a un debito ecologico tale per cui sarebbero necessari più di 2 pianeta Terra per sostenere i propri consumi e assorbire i rifiuti prodotti.
- Alla luce degli impatti del cambiamento climatico e delle prospettive future delineate, l'**UNFCC individua**, in particolare, **due specifiche strategie**:
  - **Strategia di mitigazione**: ha l'**obiettivo di agire sulle cause** del cambiamento climatico e in particolare sulla riduzione e sulla stabilizzazione delle emissioni e della concentrazione di gas serra presenti in atmosfera provenienti dalle attività antropiche. Il successo di questa strategia è legato a un'**azione globale**, e dunque necessariamente internazionale;
  - **Strategia di adattamento**: ha l'**obiettivo di agire sugli effetti** del cambiamento climatico, attraverso la predisposizione di piani, programmi, azioni e misure tali da minimizzare le conseguenze negative causate dai cambiamenti climatici. L'attuazione di tale strategia, per la sua natura intrinseca, richiede il coordinamento di azioni realizzate a **livello locale**.

## Cambiamento climatico e settore agroalimentare

- La filiera agroalimentare comprende anche la componente relativa all'attività industriale di trasformazione. Dato lo specifico obiettivo del lavoro - valutare l'impatto del *climate change* - si è ritenuto di concentrare l'attenzione sulla fase di produzione delle materie prime che alimentano tale *industry*. Laddove ritenuto rilevante si è comunque provveduto a fornire indicazioni anche per ciò che concerne le fasi di lavorazione relative alla trasformazione delle materie prime, al trasporto e al consumo.

- L'agricoltura e il cambiamento climatico si caratterizzano per una **relazione complessa di causa-effetto**. L'agricoltura, per mezzo dello svolgimento dell'attività stessa, produce rilevanti volumi di gas a effetto serra, principale causa del cambiamento climatico.

Al tempo stesso però, ne subisce gli impatti negativi, in termini di riduzione della produttività e d'incremento dei rischi legati alla sicurezza alimentare. Le soluzioni capaci di interrompere questo circolo vizioso sembrano al momento riconducibili a due macro ambiti: la **rilocalizzazione delle produzioni agricole** e le **innovazioni nelle tecniche di gestione e nelle pratiche agroalimentari**.

- L'attività agricola è responsabile della produzione dei **gas serra per una quota pari al 33% del totale delle emissioni annuali nel mondo**<sup>6</sup>. Dai dati scientifici si evince come le attività agroalimentari contribuiscono in misura piuttosto modesta alla produzione di anidride carbonica, ma in misura più rilevante alla generazione di protossido d'azoto e metano, a causa delle attività relative all'allevamento e alla risicoltura e, in parte, alla fertilizzazione del suolo<sup>7</sup>.

- Gli effetti del cambiamento climatico sull'agricoltura sono riconducibili a tre macro-aree:

- **Produzione agricola**: dal modello di Mendelsohn e Schlesinger si evince come la produzione agricola misurata in termini monetari sia una funzione della temperatura media annua, della media giornaliera delle precipitazioni annue e della concentrazione atmosferica dell'anidride carbonica. Un fattore che aumenta la produttività agricola è relativo al fenomeno conosciuto come *carbon fertilization*: oltre ad aumentare la temperatura del pianeta e danneggiare l'agricoltura, l'incremento delle emissioni di CO<sub>2</sub> produce anche un effetto positivo sull'agricoltura stessa, alleviando gli effetti avversi legati al surriscaldamento. Nonostante ciò, il **calo di produzione agricola mondiale** si attesterà nel 2080 tra i **190 miliardi di dollari** e i **40 miliardi di dollari** all'anno (in presenza di *carbon fertilization*);

<sup>5</sup> Il concetto di impronta ecologica è stato elaborato nella prima metà degli anni '90 dall'ecologo William Rees della British Columbia University e poi approfondito, applicato e largamente diffuso a livello internazionale da Mathis Wackernagel, oggi direttore dell'*Ecological Footprint Network*. Dal 2000 il WWF aggiorna periodicamente il calcolo dell'impronta ecologica nel suo rapporto biennale *Living Planet Report*, utilizzando i dati predisposti dell'*Ecological Footprint Network*

<sup>6</sup> Fonte: World Resources Institute, Database

<sup>7</sup> Fonte: W. Cline, *Global Warming and Agriculture*, Centre for Global Development, 2007



- **Sicurezza della catena alimentare:** le ripercussioni stimate/attese dal *climate change* sulla sicurezza alimentare riguardano principalmente l'aumentata criticità della gestione della risorsa **acqua** e l'accelerazione della diffusione di **malattie e contaminazioni** nei prodotti agricoli e alimentari;
- **Sicurezza sociale:** le principali situazioni di conflitto/criticità sociali legate al cambiamento climatico appaiono essere riconducibili a: disponibilità e utilizzo delle risorse naturali; danni economici e rischi per le città costiere e le loro infrastrutture; aumento delle dispute territoriali; fenomeni migratori legati al peggioramento delle condizioni di vita; situazioni di instabilità e di *misgovernment* rispetto alla risposta ai crescenti bisogni delle popolazioni; tensioni legate all'accesso e al controllo delle risorse energetiche; pressioni sulla *governance* internazionale.

- In relazione alle strategie per ridurre l'impatto del settore agroalimentare sul cambiamento climatico sono individuabili alcuni **obiettivi** principali che debbono venire conseguiti per garantire la sostenibilità ambientale della produzione agroalimentare. In particolare tra questi:

- **assorbire e immagazzinare attivamente il carbonio** nella vegetazione e nel suolo;
- **ridurre le emissioni di anidride carbonica**, così come quelle di **metano** dalla produzione di riso, bestiame e combustione, e di **protossido di azoto** dall'uso dei fertilizzanti inorganici.

- Alla luce di questi obiettivi, le pratiche che, al momento, sembrano garantire il loro raggiungimento, sono raggruppabili in tre **macro-strategie**<sup>8</sup>:

- Gestione del **terreno agricolo**;
- Gestione del **terreno da pascolo e ottimizzazione degli allevamenti**;
- Recupero delle **aree degradate e protezione delle foreste e praterie**.

Ognuna di queste macro-strategie è stata esplicitata all'interno del documento, individuando un insieme di pratiche da porre in essere.

- Le strategie descritte, per essere realizzate, possono richiedere sostegni e incentivi di varia natura per i soggetti economici (produttori agricoli, proprietari forestali, ecc.), i consumatori e tutte le altre categorie coinvolte. Alcuni esempi che appaiono particolarmente significativi a riguardo sono rappresentati da: *Sustainable Food Laboratory*, *Amazon Fund*, *Regional Greenhouse Gas Initiative*, *New Zealand Sustainable Land Management and Climate Change Plan*, *Bio-Carbon Fund - World Bank*, *Global Ecolabelling Network*.

- Il **Climate Foodprint** misura l'impatto sull'ambiente gene-

rato dalla produzione e dal consumo di cibo. Il concetto di *Climate Foodprint* si inserisce nell'ambito del *Carbon Footprint* e, in ultima istanza, dell'*Ecological Footprint*.

La produzione e il consumo di cibo, infatti, generano un impatto ambientale in termini di emissioni di CO<sub>2</sub> (*Carbon Footprint*) e in termini di consumo di terra (*Ecological Footprint*). Pertanto, la tipologia, la composizione e la quantità di cibo che viene prodotta e consumata incide, in modo significativo, sia sulle emissioni totali di CO<sub>2</sub>, quindi sul *Carbon Footprint*, sia sulla richiesta umana nei confronti della natura in termini di rapporto tra consumo di risorse e capacità della Terra di (ri)generarle.

- In quest'ottica, si è analizzato e stimato l'impatto in termini di CO<sub>2</sub> emessa e di impronta ecologica richiesta da due tipologie di diete oggi prevalenti nel mondo occidentale: la dieta nordamericana (caratterizzata da un consumo prevalente di carne e da un crescente consumo di dolci e alimenti contenenti alte concentrazioni di zuccheri e grassi) e la **dieta mediterranea** (caratterizzata prevalentemente da un consumo di carboidrati, frutta e verdura). In sintesi:

- un individuo che si nutre seguendo la **dieta nordamericana** ha, ogni giorno, un'impronta ecologica di 26,8 m<sup>2</sup> e immette nell'atmosfera circa 5,4 kg di CO<sub>2</sub>;
- un individuo che si nutre seguendo la **dieta mediterranea** ha, ogni giorno, un'impronta ecologica di 12,3 m<sup>2</sup> e immette nell'atmosfera circa 2,2 kg di CO<sub>2</sub>.

- Un approccio alimentare capace di integrare in modo equilibrato le diverse componenti dell'alimentazione, come nel caso della dieta mediterranea, oltre a rispondere a esigenze di benessere fisico e salute, dimostra tutta la sua validità se si tiene conto dell'impatto ambientale. Questo è stato dimostrato, all'interno del documento, attraverso l'applicazione della nozione di *foodprint* alla **piramide alimentare**, elaborata dal Ministero della Salute italiano.

## RACCOMANDAZIONI

Le aree di intervento sono, a nostro giudizio, sei:

1. Promuovere e diffondere l'impiego di indicatori di impatto ambientale oggettivi, semplici e comunicabili;
2. Incoraggiare politiche economiche e sistemi di incentivi / disincentivi equi ed efficaci;
3. Ri-localizzare le colture, ridurre l'incidenza dell'allevamento, salvaguardare il patrimonio forestale;
4. Favorire l'innovazione tecnologica e promuovere tecniche di coltivazione sostenibili (*best practice*);
5. Promuovere politiche di comunicazione trasparente (fino al *green labelling*);
6. Promuovere stili di vita ed alimentari ecosostenibili.

<sup>8</sup> Le evidenze e le considerazioni espresse all'interno del presente paragrafo sono basate prevalentemente sui contenuti delle seguenti pubblicazioni:

- IPCC, "Mitigation of climate change", 2007, Cap.8;

- Smith, P., D. Martino, Z. Cai, D. Gwary, H.H. Janzen, P. Kumar, B. McCarl, S. Ogle, F. O'Mara, C. Rice, J. Scholes, O. Sirotenko, M. Howden, T. McAllister, G. Pan, V. Romanenko, U. Schneider, S. Towprayoon, M. Wattenbach, and J.U. Smith, 2007a: "Greenhouse gas mitigation in agriculture", *Philosophical Transactions of the Royal Society*;

- Sara Scherr e Sajal Sthapit, "State of the world 2009", Cap. 3

# Parte A: scenario

## 1. IL CAMBIAMENTO CLIMATICO: DUE DIVERSE CHIAVI DI LETTURA

*"The challenge of climate change, and what we do about it, will define us, our era, and ultimately, our global legacy"*

Ban Ki-Moon  
Segretario Generale dell'ONU

Le profonde trasformazioni strutturali oggi in atto a livello globale (crescita demografica, sviluppo economico accelerato di alcuni Paesi emergenti, aumento del consumo di energia su scala planetaria, ecc.) impongono una sempre più attenta valutazione del profilo di **sostenibilità di medio lungo termine delle attuali dinamiche di sviluppo socio-economico**. La pressione esercitata sulle risorse naturali in varie regioni del mondo è infatti fortissima e le preoccupazioni legate tanto a un loro uso più efficiente quanto al contenimento degli effetti maggiormente negativi dei processi di crescita economica sono crescenti. Destano inquietudine, in particolare, le conseguenze sul clima terrestre dell'attività dell'uomo.

Il cambiamento climatico si è infatti imposto nell'ultimo decennio all'attenzione dei Governi dei principali Paesi industrializzati, diventando uno dei temi più rilevanti dell'agenda politica internazionale.

Sono individuabili diverse definizioni di "cambiamento climatico", tra loro sostanzialmente convergenti. Secondo l'*Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC (la Commissione Internazionale sui Cambiamenti Climatici dell'ONU), il fenomeno del **cambiamento climatico** può essere definito come una *variazione statisticamente significativa dello stato medio del clima o della sua variabilità, persistente per un periodo esteso (tipicamente decenni o più), causata sia dalla variabilità naturale sia dall'attività umana*.

Secondo la definizione utilizzata dall'*United Nations Framework Convention on Climate Change* - UNFCCC, il cambiamento climatico si riferisce a un cambiamento - *maggiore rispetto alla variabilità naturale del clima osservata in paragonabili periodi di tempo - dello stato del clima; tale variazione è attribuita a un'alterazione della composizione dell'atmosfera globale, direttamente o indirettamente causata dall'attività dell'uomo*.

Come emerge chiaramente dalle definizioni formulate dai principali organismi internazionali sul tema, lo scostamento dal regolare andamento climatico può avere due origini principali,

una legata alla **variabilità naturale**, l'altra direttamente o indirettamente riconducibile all'**attività umana**.

La possibilità che vi sia una diversa origine alla base dei fenomeni di cambiamento climatico ha portato alla nascita di **due scuole di pensiero** differenti: un filone di interpretazione dei cambiamenti climatici, quello proposto dalle principali istituzioni internazionali, che vede l'uomo e l'influsso delle sue attività sulla natura quale causa principale dei processi di cambiamento climatico, e un filone di interpretazione del fenomeno che - al contrario, in aperta polemica con il precedente - sostiene con forza il legame tra fenomeni naturali (e loro intrinseca variabilità di lungo periodo) e cambiamento climatico, non attribuendo all'uomo un ruolo preponderante nei cambiamenti in atto.

**Determinare se i cambiamenti climatici siano o meno indotti dall'intervento dell'uomo è cruciale** per definire l'esistenza o meno della possibilità di attuare azioni di correzione dei cambiamenti osservati.

Come noto, le posizioni non sono a questo proposito univoche: mentre l'IPCC si dichiara certa del fatto che il riscaldamento registrato nell'ultimo secolo sia provocato dalle attività umane (emissioni di anidride carbonica e di altri gas serra - *Greenhouse gases*, GHGs), il NIPCC (la Commissione Internazionale non governativa sui Cambiamenti Climatici), che raccoglie un gruppo indipendente di scienziati che studiano il clima, sostiene invece che la causa sia individuabile nei naturali cicli fisiologici.

Il premio Nobel per la chimica **Paul Crutzen**, inserendosi pienamente nel filone "istituzionale", ha definito l'epoca geologica attuale "*Antropocene*" (l'era dell'uomo): il tratto dominante di quest'epoca - che avrebbe inizio con i primi anni dell'Ottocento e la rivoluzione industriale - è infatti identificato nell'operato umano e nel suo enorme impatto sull'ambiente.

**Freeman Dyson** - celebre professore emerito all'Istituto di Studi Avanzati di Princeton - è, al contrario, uno dei più noti oppositori della teoria antropogenica del cambiamento climatico: secondo Dyson - propugnatore della tesi appoggiata di fatto da tutti gli scienziati non allineati alla visione "istituzionale" - il clima varia su archi temporali secolari e i suoi cambiamenti non sono stati ancora compresi a un livello tale da poter individuare in modo chiaro e inequivocabile un nesso fra l'attività umana e i fenomeni climatici osservabili.

Nonostante l'indubbia autorevolezza di alcuni esponenti della corrente "non-antropogenica", vi sono a nostro avviso **due**

valide ragioni per scegliere – come si è deciso di fare – di affrontare il tema del cambiamento climatico sulla base di una prospettiva “antropica”:

- in primo luogo, il consenso scientifico internazionale attorno all’interpretazione antropogenica delle evidenze del cambiamento climatico appare ampiamente diffuso: gli studi fino ad ora condotti dalle principali istituzioni internazionali e dai più prestigiosi organismi di ricerca annoverano fra gli autori i più autorevoli esperti a livello mondiale sul tema e si basano su analisi approfondite, scientificamente testate;
- in secondo luogo, il cambiamento climatico risulta essere un fenomeno reale, significativo e globale, che investe in modo più o meno diretto numerosi e fondamentali campi dell’esistenza, dall’ambiente all’economia, dalla salute agli aspetti sociali. **Affrontare questo fenomeno ponendosi in una prospettiva attiva**, valutando l’impatto dell’operato umano sull’ambiente (sia esso parte preponderante o minoritaria delle cause che concorrono al cambiamento climatico) **appare essere l’unica via percorribile per tentare di contenere, anche in ottica futura, gli effetti di tale fenomeno sulla vita e sulle attività umane.**

### 1.1 Le principali evidenze del cambiamento climatico

*“Gli scienziati hanno parlato con una sola voce. La situazione è seria. E’ necessaria un’azione urgente perché la situazione è disperatamente seria. Ogni ritardo può spingerci verso il punto di non ritorno, oltre il quale i costi ambientali, umani e finanziari aumenteranno drammaticamente. Gli scienziati ci dicono che le misure necessarie per prevenire la catastrofe sono sia attuabili che accessibili economicamente. Quello che ci serve è la volontà di agire (...). La Dichiarazione dei Diritti Umani, adottata 59 anni fa, ha stabilito l’inalienabile diritto dell’uomo a “libertà, giustizia e pace”. Oggi, il cambiamento climatico rappresenta la principale minaccia a questi valori e alla causa dello sviluppo umano.”*

Ban Ki-moon,  
Segretario Generale delle Nazioni Unite  
10 dicembre 2007

Il consenso scientifico in merito alle origini e alle cause del cambiamento climatico è ampio e consolidato a livello mondiale, sia all’interno che all’esterno dell’*Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC<sup>2</sup>. Le osservazioni dirette raccolte fino ad ora confermano che il cambiamento in atto è inequivocabile, e che le evidenze e gli impatti già oggi osservabili diverranno ancora più evidenti in futuro.

L’ultimo rapporto realizzato dall’IPCC<sup>3</sup>, notevolmente migliorato rispetto al precedente<sup>4</sup> grazie ai progressi compiuti nella comprensione dei fenomeni e dei cambiamenti del clima nel tempo e nello spazio, afferma in particolare che:

- **“il riscaldamento del sistema climatico è inequivocabile;** ciò appare evidente dalle osservazioni dell’aumento delle temperature medie globali dell’aria, delle temperature degli oceani, dello scioglimento diffuso di neve e ghiaccio e dell’innalzamento del livello medio globale del mare”;
- **“la maggior parte dell’aumento osservato nelle temperature medie globali dalla metà del XX secolo, è molto probabilmente<sup>5</sup> dovuta all’aumento osservato nelle concentrazioni di gas serra di origine antropica”.** Questo rappresenta un risultato nuovo rispetto alle conclusioni del precedente rapporto perché sottolinea che la responsabilità delle attività umane sull’alterazione degli equilibri termici del sistema climatico è sempre più evidente.

Le evidenze e gli scenari presentati nel rapporto hanno destato particolari preoccupazioni soprattutto per le possibili implicazioni che questi avranno sugli ecosistemi, sulle popolazioni e sui settori economici che dipendono dalle condizioni climatiche di contesto.

Tra le principali evidenze emerse, a livello globale, possiamo citare i seguenti fenomeni:

- A. incremento complessivo delle **temperature** su scala globale;
- B. scioglimento e conseguente contrazione della superficie terrestre e marina coperta dai **ghiacci**;
- C. innalzamento del **livello dei mari**;
- D. variazione nella manifestazione territoriale e nell’intensità delle **precipitazioni**, nonché incremento della frequenza di fenomeni “estremi” (inondazioni, periodi di siccità, ecc.).

Tali cambiamenti hanno portato a una crescente perdita di biodiversità e hanno posto sotto particolare stress gli ecosistemi terrestri e marini.



1 Remarks at the UN Development Programme (UNDP) event on the Human Development Report, 11 dicembre 2007

2 L’IPCC è stato istituito nel 1988 dalla World Meteorological Organisation (WMO) e dallo United Nations Environment Programme (UNEP) allo scopo di fornire ai decisori politici una valutazione scientifica della letteratura tecnico-scientifica e socio-economica disponibile in materia di cambiamenti climatici, impatti, adattamento e mitigazione. L’IPCC è un organo intergovernativo (e non di ricerca diretta) aperto a tutti i Paesi membri della WMO e dell’UNEP. Ogni governo ha un Focal Point IPCC che coordina le attività relative all’IPCC nel proprio Paese. L’attività principale dell’IPCC consiste nel produrre periodicamente rapporti di valutazione scientifica sullo stato delle conoscenze nel campo del clima e dei cambiamenti climatici (Assessment Reports). I rapporti di valutazione, che riflettono le analisi e le valutazioni del consenso scientifico mondiale dei risultati riguardo i cambiamenti climatici, sono soggetti a revisioni di esperti. Il lavoro dell’IPCC negli ultimi anni è stato approvato dalle più importanti accademie e organizzazioni scientifiche nel mondo

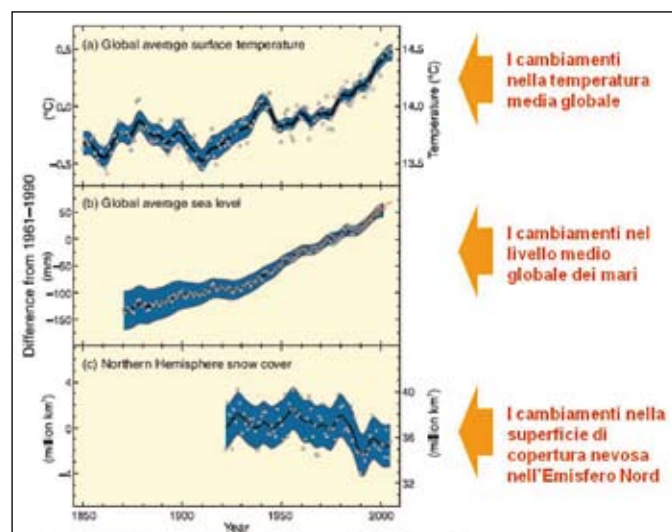
3 “Fourth Assessment Report: Climate Change 2007”, IPCC, 2007

4 “Third Assessment Report: Climate Change 2001”, IPCC, 2001

5 Nel gergo IPCC, la dicitura “molto probabilmente” sta ad indicare il 90-95% di probabilità



Figura 1. Cambiamento registrato nelle temperature, nel livello dei mari e nella copertura dei manti nevosi, 1850-2005



Fonte: "Fourth Assessment Report: Climate Change 2007: Synthesis Report. Summary for Policymakers", IPCC, 2007

### A. Incremento delle temperature

Il processo di riscaldamento sembra essere stato particolarmente accentuato negli ultimi 50 anni. Infatti, il *trend* di riscaldamento lineare registrato in questo lasso di tempo è stato quasi il doppio rispetto a quello registrato negli ultimi 100 anni. Osservando gli anni più recenti, l'aumento totale della temperatura registrato a livello globale tra la media del periodo 1850-1899 e quella del periodo 2001-2005 è di 0,76 °C.

Questo *trend* di incremento ha interessato in modo sostanzialmente eguale tutto il pianeta. Tuttavia, l'intensità di questi cambiamenti non si è manifestata in modo geograficamente uniforme, ma ha interessato principalmente le terre emerse e l'emisfero settentrionale<sup>6</sup>. Le temperature medie artiche, ad esempio, sono aumentate a un tasso pari a quasi il doppio di quello medio globale degli ultimi 100 anni.

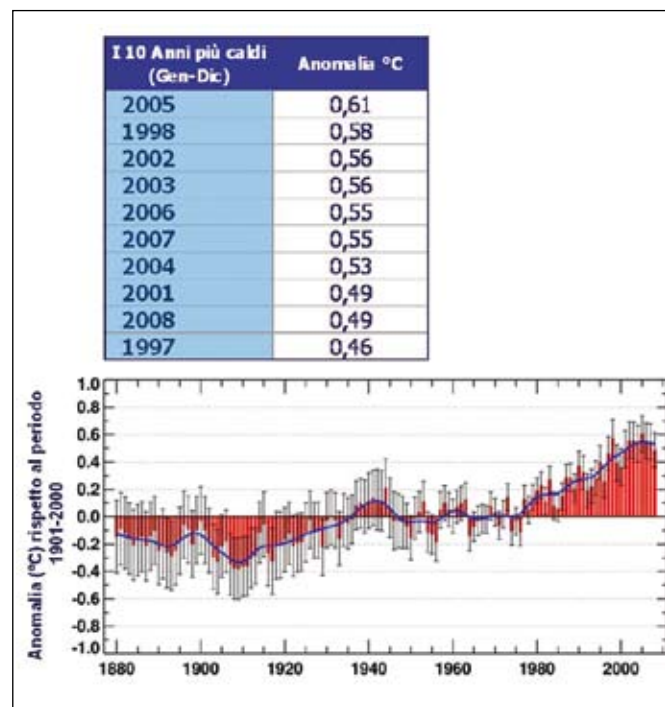
Nella regione Euromediterranea (compresa la regione Alpina), considerata un "*hot spot*" (punto caldo) dagli esperti, le temperature sono aumentate maggiormente rispetto alla media globale (+0,95 °C dal 1900<sup>7</sup>), e le proiezioni future ipotizzano un ulteriore incremento.

Inoltre, dalle osservazioni effettuate risulta che negli ultimi 50 anni si sono verificati<sup>8</sup> significativi cambiamenti nella manifestazione delle temperature estreme. Giorni freddi, notti fredde e gelate sono diventati meno frequenti, mentre giorni e notti calde e ondate di calore sono diventati particolarmente

frequenti. A tale proposito appare opportuno ricordare le temperature eccezionalmente elevate (di oltre 3 °C al di sopra della media del periodo 1961-1990) manifestatesi durante la prolungata ondata di calore che ha investito l'Europa nell'estate del 2003. Queste particolari condizioni ambientali hanno provocato oltre 35.000 decessi, numerosissimi incendi, danni all'agricoltura e al sistema economico<sup>9</sup>.

In particolare, gli anni compresi tra il 1997 e il 2008 si collocano fra i più caldi mai registrati da quando si dispone di misure globali della temperatura (1850). Otto dei 10 anni più caldi mai registrati, si sono verificati dal 2001 (Figura 2).

Figura 2. I dieci anni più caldi: anomalie registrate rispetto alla media della temperatura<sup>10</sup> del periodo 1901-2000



Fonte: "Climate of 2008 Annual Report", NOAA<sup>11</sup> Satellite and Information Services, gennaio 2009

Le osservazioni effettuate dal 1961 mostrano che gli oceani hanno assorbito oltre l'80% del calore aggiunto al sistema climatico, e che la temperatura media globale degli stessi è aumentata fino a una profondità di almeno 3.000 metri. Un tale riscaldamento ha provocato l'espansione dell'acqua marina contribuendo all'innalzamento del livello dei mari.

L'ultimo rapporto dell'IPCC evidenzia, inoltre, che il generalizzato riscaldamento osservato negli ultimi 50 anni non può essere solamente spiegato dall'agire delle forze naturali, ma

6 Nell'emisfero Nord a partire dal 1900 la temperatura media è cresciuta di 0,87 °C

7 0,7 °C in estate e 1,1 °C in inverno. Fonte: European Environment Agency - EEA

8 Evidenze manifestatesi a livello globale

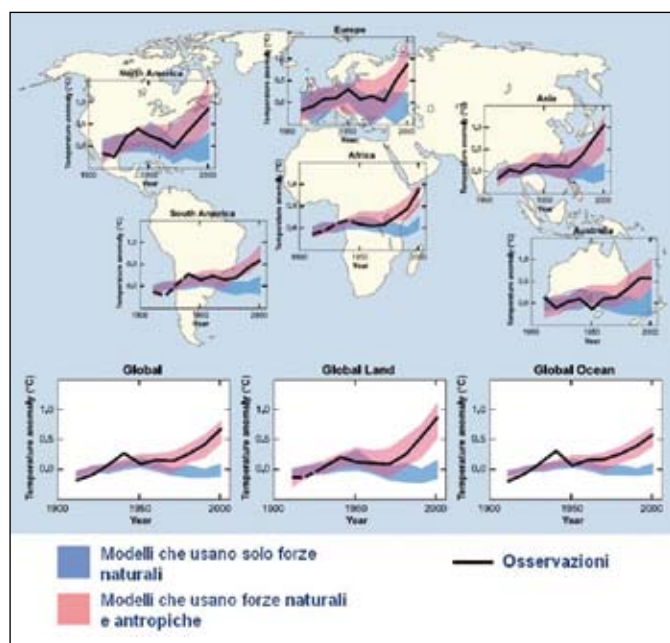
9 "Dossier: ENEA per lo studio dei cambiamenti climatici e dei loro effetti", ENEA, 2007

10 Media combinata della temperatura dell'aria alla superficie sopra la terra e della temperatura dell'aria alla superficie sul mare

11 National Environmental Satellite, Data and Information Service NOAA, <http://www.ncdc.noaa.gov>

deve prendere in considerazione anche l'agire di forze esterne (**interferenza antropica**). Come evidenziato dalla Figura 3 sotto riportata, i modelli di simulazione dei *trend* di crescita delle temperature che ricorrono elusivamente all'agire di forze naturali (evidenziati in figura con la fascia colorata azzurra) non sono in grado di spiegare il *trend* di riscaldamento medio osservato (linea nera). Questi ultimi sono invece in linea con gli andamenti simulati dai modelli che considerano sia forze naturali che forze antropiche (fascia rosa).

Figura 3. Variazioni registrate nelle temperature a livello globale e continentale



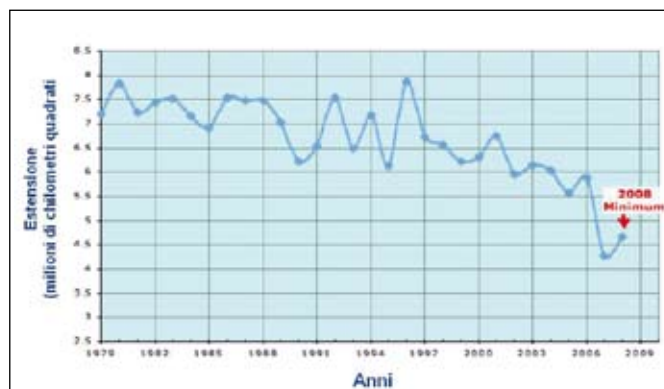
Fonte: "Fourth Assessment Report: Climate Change 2007", IPCC, 2007

## B. Scioglimento e contrazione dei ghiacciai e della copertura nevosa

Lo scioglimento e la contrazione dei ghiacciai rappresentano una delle principali evidenze del cambiamento in atto, tale da essere l'esempio più spesso utilizzato per catturare l'attenzione dell'opinione pubblica e dei *decision makers*.

I ghiacciai montani e la copertura nevosa, infatti, sono mediamente diminuiti in entrambi gli emisferi. Le osservazioni satellitari effettuate dal 1979 mostrano come l'estensione annuale media dei ghiacci marini artici si sia ridotta del 2,7% per decade, con maggiori diminuzioni durante i periodi estivi (7,4% per decade).

Figura 4. Estensione annuale minima dei ghiacci marini artici, 1979-2008

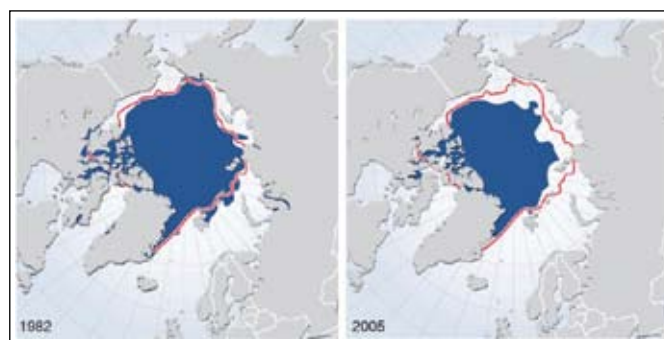


Fonte: NSIDC Sea Ice Index ([http://nsidc.org/data/seaice\\_index/archives/index.html](http://nsidc.org/data/seaice_index/archives/index.html)); ARCUS

A partire dagli anni '80 le temperature di superficie dello strato di permafrost della zona artica sono aumentate fino a 3 °C con conseguente riduzione della copertura nevosa del 5%. Dal 1900, nell'Emisfero Nord, l'area massima coperta da ghiacciai stagionali è diminuita di circa il 7%, con una diminuzione di oltre il 15% durante il periodo primaverile.

Rispetto ai valori del 1979, l'estensione della calotta Glaciale Artica si è ridotta del 20%. La Figura 5 paragona l'estensione della calotta nel settembre del 1982 (record massimo registrato dal 1979) e 2005 (record minimo). L'estensione dei ghiacci nel settembre 1982 ammontava a 7,5 milioni di km<sup>2</sup>, mentre nel 2005 a soli 5,6 milioni di km<sup>2</sup> (una differenza del 25%).

Figura 5. Estensione dei ghiacci del Mare Artico, 1979-2005 - La linea rossa indica la mediana dell'estensione minima della copertura dei ghiacci marini del periodo settembre 1982-2005



Fonte: "Global Outlook for Ice and Snow", UNEP, 2007

Dal 1979 al 2007, la fusione della copertura glaciale della Groenlandia è aumentata del 30% nella parte occidentale, con scioglimenti record registrati negli anni 1987, 1991, 1988, 2002 e 2007. In particolare, dati provenienti dal *JPL Gravity Recovery and Climate Experiment*<sup>12</sup> mostrano che la Groenlandia ha perso circa 150-200 chilometri cubi di ghiaccio all'anno tra il 2002 e il 2005.

Il livello più elevato di fusione, raggiunto nel 2007, ha superato di un ulteriore 10% quello del 2005, facendo registrare tale dato come il valore più ampio mai osservato dall'inizio delle rilevazioni satellitari nel 1979<sup>13</sup>.

Per quanto riguarda i **ghiacciai europei**, è stato stimato che dal 1850 (anno di maggiore estensione) al 1970 abbiano perso, in media, il 35% della loro superficie e circa il 50% del loro volume. L'estate eccezionalmente calda del 2005 ha portato, da sola, a una perdita del 10% della massa residua dei ghiacciai alpini<sup>14</sup>.

### C. Innalzamento del livello dei mari

Le analisi e le osservazioni delle variazioni che interessano il livello dei mari hanno assunto una rilevanza considerevole soprattutto per i potenziali impatti sulle popolazioni insediate nelle regioni costiere e sulle isole.

Secondo l'ultimo rapporto dell'IPCC, il **livello medio globale dei mari è cresciuto a un tasso medio di 1,8 mm all'anno**, tra il 1961 e il 2003. Il tasso di crescita è stato maggiore durante il periodo 1993-2003: circa 3,1 mm all'anno.

A livello globale, la stima dell'innalzamento totale per il XX secolo è stata pari a 0,17 m.

Due sono le cause principali dell'incremento del livello dei mari: l'espansione termica degli oceani e lo scioglimento dei ghiacciai terrestri. Dal 1993 l'espansione termica degli oceani ha contribuito per il 57% circa, mentre la riduzione dei ghiacciai e della calotta glaciale per il 28% circa.

Figura 6. Variazione del livello del mare, serie storica e ultime rilevazioni



Fonte: Università del Colorado e NASA / NOAA Satellite and Information Services, gennaio 2009

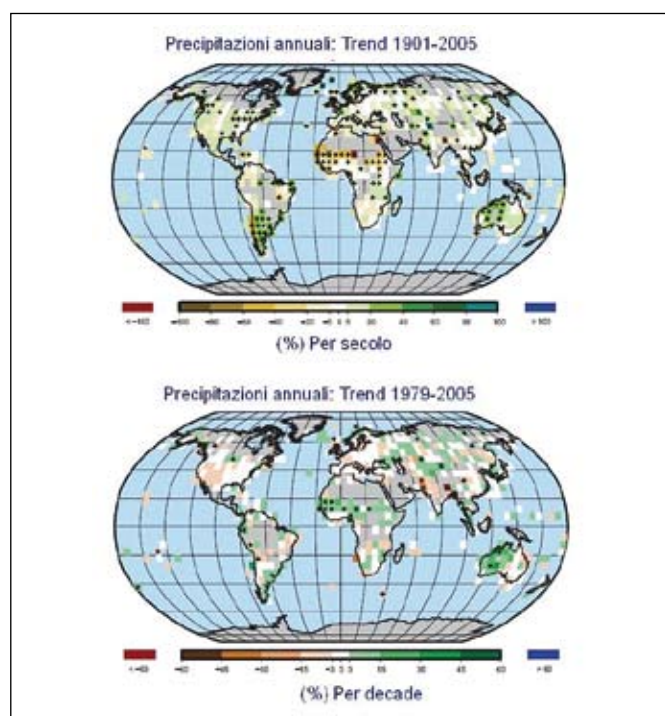
Secondo le osservazioni satellitari della NASA, tra il 1993 e il 2008 si è registrato un incremento medio del livello dei mari di 4-5 cm, la maggior parte dei quali concentrati sul Pacifico equatoriale orientale, Nord Atlantico e tra Nuova Zelanda e Mar di Tasmania.

E' da rilevare, inoltre, che l'incremento della concentrazione atmosferica di CO<sub>2</sub> ha generato il progressivo aumento dell'acidificazione degli oceani e delle acque, con conseguenze negative sull'esistenza stessa degli ecosistemi marini.

### D. Precipitazioni

Nonostante le precipitazioni mostrino un'elevata variabilità spaziale e temporale e benché per alcune Regioni i dati disponibili siano limitati, nel periodo 1900-2005 è stato possibile osservare significativi incrementi<sup>15</sup> nelle parti orientali del Nord e del Sud America, nel Nord Europa e in Asia Settentrionale e Centrale; nei Paesi della fascia subtropicale (compresa dai 10° ai 30° di latitudine nord), invece, sono state osservate delle diminuzioni.

Figura 7. Precipitazioni annuali: trend - Grafico in alto trend 1901-2005 (% per secolo), grafico in basso, trend 1979-2005 (% per decennio) - (la variazione percentuale fa riferimento alla media del periodo 1961-1990)<sup>16</sup>



Fonte: "Fourth Assessment Report: Climate Change 2007", IPCC, 2007

A partire dagli anni '70 la diminuzione e la variazione territoriale delle precipitazioni, connesse all'aumento delle temperature, hanno causato **periodi di siccità più lunghi e intensi**, in modo particolare nelle zone tropicali e sub-tropicali. Nel Sahel, nel Mediterraneo, nell'Africa meridionale e in parti dell'Asia meridionale, è stata osservata una tendenza alla siccità.

13 University of Colorado: <http://www.colorado.edu/news/releases/2007/481.html>; <http://earthobservatory.nasa.gov>

14 "Global Outlook for Ice and Snow", UNEP, 2007; C. Carraro et al., "Gli Impatti dei Cambiamenti Climatici in Italia", Ed. Ambiente, 2009

15 Si fa riferimento a trend di lungo periodo

16 Le aree per le quali, data l'insufficienza di dati, non è stato possibile produrre trend affidabili sono segnalate col colore grigio. Il numero minimo di anni necessario per calcolare un valore di trend è 66 anni per il periodo 1901-2005, mentre per il periodo 1979-2005 è 18 anni. Trend significativi, nell'ordine del 5%, sono indicati attraverso segni neri



In Europa, nel corso del XX secolo, le precipitazioni totali annue nelle Regioni del Nord sono aumentate dal 10% al 40%, mentre nelle Regioni del Sud si è registrato un decremento superiore al 20%.

Le variazioni dei regimi pluviometrici e del ciclo idrologico nel suo complesso determinano conseguenze rilevanti anche sui meccanismi che regolano gli ecosistemi e sull'aumento della frequenza e dell'intensità di fenomeni meteorologici estremi (uragani, piene, alluvioni, lunghi periodi siccitosi). Tra i più recenti si ricordano:

- **Siccità - Asia centrale e meridionale (sud-ovest) 1998-2003:** il livello delle precipitazioni registrato nel periodo 1998-2001 è stato, in media, inferiore del 55% rispetto alla media di lungo periodo. Le condizioni siccitose di questo periodo sono passate alla storia come le peggiori in 50 anni. In Iran, ad esempio, nel giugno del 2000 è stato rilevato un periodo di assenza di precipitazioni di 30 mesi consecutivi;
- **Siccità - Australia 2002-2003:** il periodo siccitoso registrato in questi anni è stato particolarmente gravoso a causa soprattutto dell'onda di calore che lo ha accompagnato;
- **Alluvioni - Europa, estate 2002:** in Germania si è registrato il record storico di 353 mm di pioggia in 24 ore<sup>17</sup>. Secondo l'OMS le alluvioni verificatesi in questo periodo hanno causato la morte di oltre 100 persone in Germania, Russia, Austria, Ungheria, Repubblica Ceca, con una perdita economica nell'ordine di 20 miliardi di dollari<sup>18</sup>.

#### 1.1.1 Impatti del cambiamento climatico in Italia

Dalle analisi degli ultimi 200 anni, pervenute da diversi osservatori e stazioni meteorologiche, il CNR<sup>19</sup> ha identificato diversi fattori imputabili al cambiamento climatico in Italia.

**Temperatura:** negli ultimi due secoli le temperature medie annuali della penisola sono cresciute di 1,7 °C (pari a oltre 0,8 °C per secolo), con un aumento massimo nel periodo invernale. Il contributo più rilevante a questo aumento ha avuto luogo negli ultimi 50 anni, durante i quali l'incremento è stato di circa 1,4 °C. Il tasso di crescita delle temperature medie in Italia è stato quasi il doppio di quello medio globale.

**Ghiacciai:** come precedentemente menzionato, le Alpi hanno perso oltre la metà della loro massa e il versante italiano non ha fatto eccezioni. Infatti, dei 335 ghiacciai monitorati nel periodo 1980-1999 è stato rilevato che la percentuale dei ghiacciai in avanzata è scesa dal 66% del 1980 al 4% del 1999, mentre quella dei ritiri è salita dal 12% all'89%<sup>20</sup>.

**Livello del mare:** nel Mediterraneo, dopo una fase iniziale di innalzamento progressivo analogo a quello osservato a livello globale, sono apparse anomalie nei tassi di crescita. Infatti,

soprattutto negli ultimi 30 anni, il livello è rimasto stazionario o ha mostrato addirittura sintomi di diminuzione. Tale andamento anomalo è stato causato dall'aumento dell'evaporazione (dovuto al riscaldamento globale) e dalla contemporanea diminuzione degli apporti provenienti dai fiumi (per la diminuzione delle precipitazioni e l'aumento dei prelievi idrici fluviali).

**Precipitazioni:** le precipitazioni totali sono diminuite di circa il 5% a secolo su tutto il territorio nazionale, con maggiori riduzioni nei periodi primaverili (intorno al 9%). La riduzione più accentuata ha interessato in modo particolare le regioni centro-meridionali dove ha raggiunto il 15% nell'ultimo secolo. Il numero complessivo dei giorni di pioggia si è ridotto di circa 6 giorni per secolo nelle regioni settentrionali e di circa 14 giorni in quelle centrali e meridionali. Anche questa diminuzione si è verificata soprattutto negli ultimi 50 anni.

La tendenza generale che si è riscontrata in tutte le regioni italiane è stata un aumento dell'intensità delle precipitazioni e una diminuzione della loro durata. Anche l'innevamento, soprattutto negli ultimi 50 anni, ha subito una diminuzione fino al 10%.

**Desertificazione:** le aree a rischio di desertificazione interessano oltre 1/5 della superficie nazionale e, in particolare, oltre il 40% dei territori meridionali. Attualmente è soggetto a rischio di desertificazione:

- il 60% del territorio della Puglia;
- il 54% del territorio della Basilicata;
- il 47% del territorio della Sicilia;
- il 31,2% del territorio della Sardegna<sup>21</sup>.



17 "Fourth Assessment Report: Climate Change 2007", IPCC, 2007

18 EM-DAT - Emergency Events Database, <http://www.emdat.be/>; "ALLUVIONI: Effetti sulla Salute e Misure di Prevenzione", WHO, 2002

19 M. Brunetti et al., 2006

20 Tibaldi 2007; "Cambiamenti climatici e strategie di adattamento in Italia. Una valutazione economica", C. Carraro et al., 2008

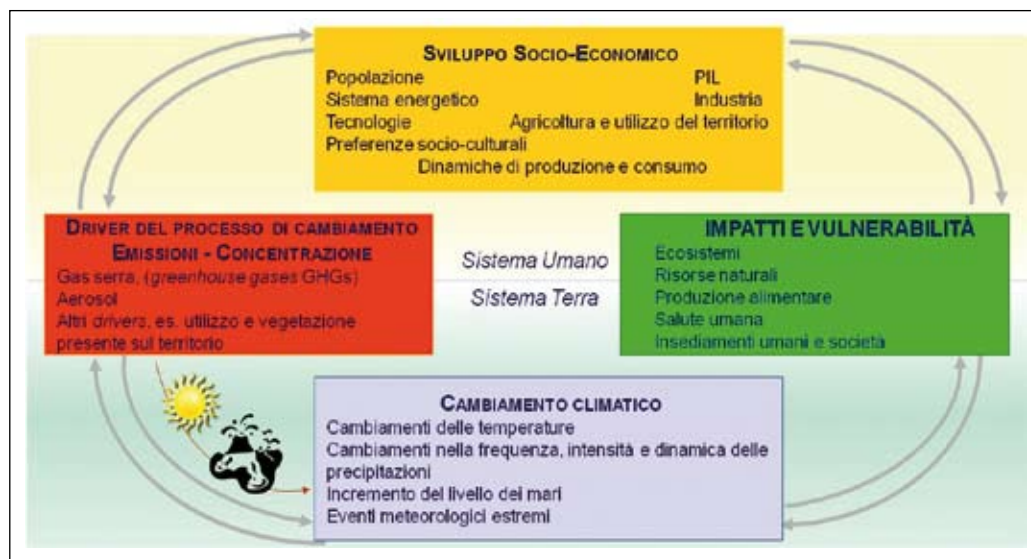
21 Fonte: CRA et al. 2007; ENEA - Progetto Speciale Clima Globale, 2006; "Cambiamenti climatici e strategie di adattamento in Italia. Una valutazione economica", C. Carraro et al., 2008



## 1.2 I fattori che determinano il cambiamento climatico

Molte appaiono essere le forze che agiscono, direttamente o indirettamente, sulla dinamica del clima a livello mondiale. Uno degli schemi interpretativi utilizzato per l'analisi dei fattori che concorrono al cambiamento climatico è presentato nella figura successiva.

Figura 8. Uno schema interpretativo del cambiamento climatico



Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti da "Fourth Assessment Report: Climate Change 2007", IPCC, 2007

**Emissione e concentrazione di gas serra e aerosol**, unitamente alle condizioni (presenza e utilizzo) delle **risorse verdi della terra** (foreste e suolo) risultano essere i fattori che appaiono influire in modo diretto e più rilevante sul clima terrestre.

Esistono inoltre numerosi macro-fattori che influiscono indirettamente sul clima, attraverso il loro effetto sugli elementi sopra citati: l'aumento della popolazione degli ultimi decenni, l'aumento della produzione mondiale e l'incremento della domanda energetica e dei consumi alimentari.

### 1.2.1 Le emissioni di gas serra

Tutte le recenti rilevazioni scientifiche evidenziano un **significativo aumento delle emissioni di gas serra**, dovuto in parte da fattori naturali, in parte da fattori umani.

Secondo l'IPCC, cambiamenti nella concentrazione atmosferica dei gas serra e degli aerosol (piccole particelle, es. nitrati, polveri, ecc.), nella copertura forestale terrestre e nelle radiazioni solari sono in grado di alterare la bilancia energetica del sistema climatico, creando gravi scompensi.

A tal riguardo, l'IPCC, nelle conclusioni del suo 4° Rapporto di valutazione sul cambiamento climatico del 2007, ha evidenziato come:

- le emissioni globali dei gas serra siano notevolmente cresciute a causa delle attività umane dal periodo pre-industriale.

Tra il 1970 e il 2004 l'incremento è stato del 70%;

- la concentrazione globale in atmosfera dei gas serra – diossido di carbonio, metano e protossido di azoto tra i principali – sia notevolmente aumentata e, attualmente, **superi del 35% i valori pre-industriali**.

I principali gas serra che assorbono la radiazione infrarossa contribuendo al cambiamento climatico sono:

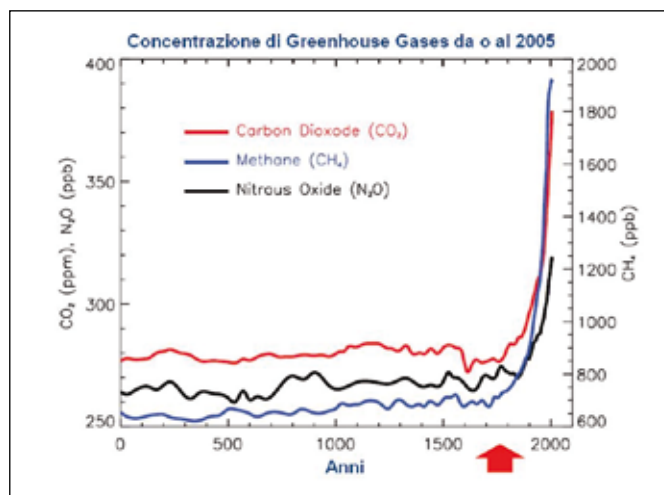
- il **diossido di carbonio ( $\text{CO}_2$ )**, il più diffuso GHG, causato dai combustibili fossili utilizzati nel settore dei trasporti, dagli impianti di riscaldamento e condizionamento, dal settore industriale. Anche la deforestazione e la riduzione della copertura vegetale emettono  $\text{CO}_2$  attraverso la decomposizione delle piante, limitando il naturale processo di assorbimento della stessa;

■ il **metano ( $\text{CH}_4$ )**, il secondo gas più diffuso, una cui unità corrisponde a 21 unità di  $\text{CO}_2$ , viene emesso dalle attività agricole, zootecniche, dalla decomposizione di rifiuti organici, dalla combustione di biomassa. Il metano è anche rilasciato dai processi naturali che avvengono nelle paludi, negli acquitrini e nei sedimenti lacustri, ecc.;

- **protossido di azoto ( $\text{N}_2\text{O}$ )**, una cui unità corrisponde a 310 unità di  $\text{CO}_2$ , il cui rilascio è provocato dai fertilizzanti sintetici e dalla combustione dei combustibili fossili;

- i **gas fluorurati (HFCs, PFCs,  $\text{SF}_6$ )**, una cui unità corrisponde a un range di 600-23.900 unità di  $\text{CO}_2$ , sono causati dagli impianti di refrigerazione, condizionamento e altri processi industriali. I processi naturali emettono queste tipologie di gas in misura limitata.

Figura 9. Concentrazione atmosferica dei principali GHGs, 0-2005



Fonte: "Fourth Assessment Report: Climate Change 2007", IPCC, 2007

Le attività antropiche contribuiscono al cambiamento climatico alterando l'atmosfera terrestre in termini di **quantità e composizione chimica** di gas serra, aerosol e nuvolosità.

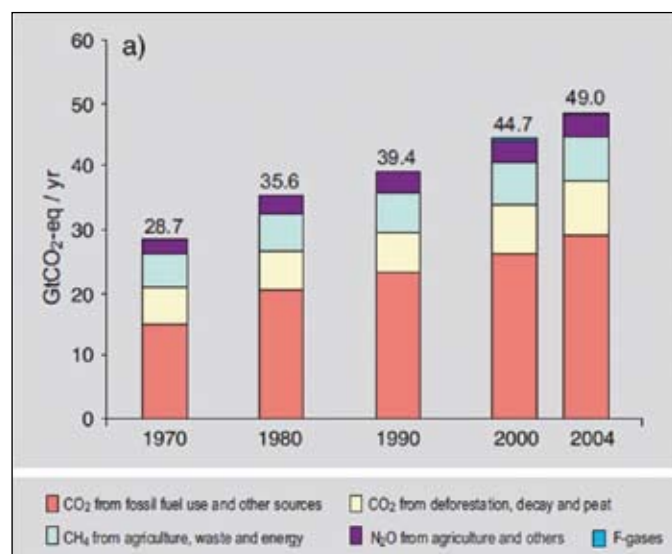
Tali gas, interagendo con le radiazioni provenienti dal sole e con le radiazioni infrarosse provenienti dalla terra, alterano il bilancio termico della stessa: dall'inizio dell'era industriale, il principale effetto netto dell'incremento della concentrazione di tali gas è identificabile, infatti, nel riscaldamento terrestre.

Quali sono le cause principali dell'aumento della concentrazione di gas serra nell'atmosfera? L'IPCC, nel suo ultimo rapporto sul cambiamento climatico, sottolinea come cresca l'evidenza riguardo all'effetto determinato dal fattore umano sulle cause del riscaldamento globale: rispetto al 3° Rapporto dell'IPCC, infatti, la comprensione dell'influenza antropica sul clima è migliorata, portando a conclusioni definite "molto attendibili" ("very high confidence").

L'incremento dei gas serra, che si è notato dall'inizio dell'era industriale (1750 ca.), è stato attribuito, in quasi tutti gli studi in materia, in misura rilevante alle attività umane. L'impatto che queste attività hanno avuto sul clima in questi anni, infatti, si ritiene abbia prevalso significativamente su quello provocato dai mutamenti naturali (relativi al sole, i vulcani, ecc.):

- dal 1970 al 2004, le emissioni di gas serra provocate dalle attività umane sono aumentate del 70%;
- nel periodo considerato, le emissioni annuali di  $\text{CO}_2$  sono aumentate dell'80% circa, passando da circa 21 Gt (gigatonnelate = miliardi di tonnellate) a 38 Gt;
- il tasso di crescita delle emissioni di  $\text{CO}_{2\text{-eq}}$ <sup>22</sup> è stato molto più elevato negli anni 1995-2004 (0.92  $\text{GtCO}_{2\text{-eq}}$ ) che durante il periodo 1970-1994 (0.43  $\text{GtCO}_{2\text{-eq}}$ ).

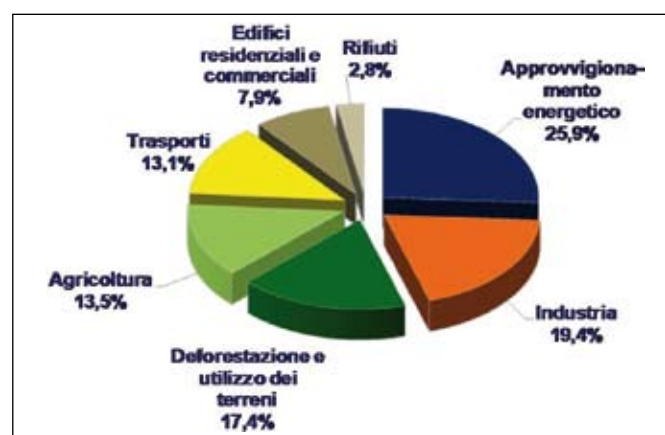
Figura 10. Emissioni antropiche globali di GHGs annue, per tipologia di gas, 1970-2004



Fonte: IPCC, 2007

Nel periodo considerato (1970-2004), l'ammontare più significativo di gas serra ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , HFCs, PFCs,  $\text{SF}_6$ ) è stato generato dalle attività relative all'**approvvigionamento energetico**, ai **trasporti** e, in genere, a quelle di **natura industriale**. Nel 2004 - come è possibile notare nella figura sottostante, che analizza la ripartizione settoriale delle emissioni antropiche globali - l'approvvigionamento energetico ha contato per oltre il 25% sul totale delle emissioni.

Figura 11. Emissione antropogeniche globali di GHGs per settore, 2004



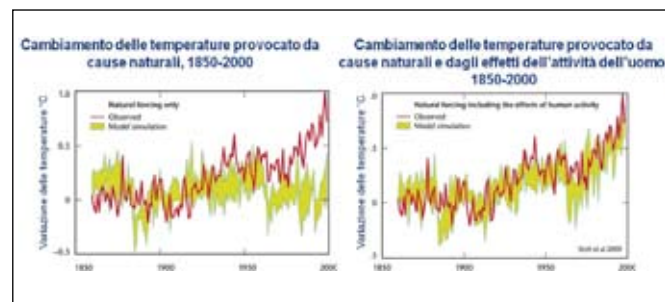
Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti da "Fourth Assessment Report: Climate Change 2007", IPCC, 2007

L'**effetto principale** dell'aumento della concentrazione di gas serra è dunque ravvisabile nell'aumento della temperatura terrestre. Anche in questo caso, l'IPCC stima che l'impatto delle attività umane sia assolutamente significativo:

- l'effetto globale medio netto delle attività umane dal 1750 è stato causa di riscaldamento con un forzante radiativo di  $+1,6 \text{ Wm}^{-2}$ ;
- il forzante radiativo della  $\text{CO}_2$  è aumentato del 20% dal 1995 al 2005, il cambiamento maggiore che si sia registrato in qualsiasi decennio, almeno negli ultimi 200 anni.

Quale termine di confronto, si stima che i cambiamenti dell'irradianza solare dal 1750 abbiano prodotto un forzante radiativo pari a  $+0,12 \text{ Wm}^{-2}$ .

Figura 12. Il cambiamento delle temperature: cause naturali e di origine antropica



Fonte: <http://www.metoffice.gov.uk>

<sup>22</sup>  $\text{CO}_{2\text{-eq}}$  è un'unità di misura che permette di pesare insieme emissioni di gas serra diversi con differenti effetti sul clima

Le evidenze scientifiche sopra brevemente sintetizzate appaiono convergenti nell'individuare nei gas serra - e nel significativo aumento della loro emissione nell'atmosfera - il principale fattore di destabilizzazione del clima terrestre.

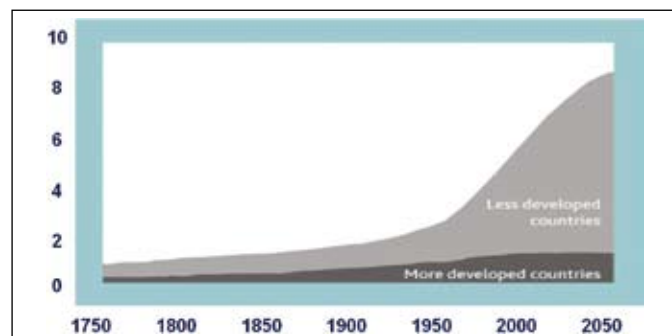
Al vertiginoso incremento della concentrazione di questi gas, come anticipato in apertura di questo capitolo, concorrono tuttavia alcuni fattori di natura demografica, economica e sociale. La prossima sezione ne delinea, sinteticamente, i tratti principali.

### 1.2.2 I fattori che incidono sull'aumento delle emissioni di gas serra

L'incremento della popolazione mondiale cui si è assistito nel corso del XX secolo (da meno di 2 miliardi di persone nei primi anni del Novecento ai più di 6 miliardi attuali) ha generato un'enorme pressione sulle risorse naturali a livello globale, conducendo a un aumento dello sfruttamento del suolo a uso agricolo (solo in parte mitigato dalle innovazioni produttive e tecnologiche che hanno permesso nel corso del secolo di ottenere un significativo incremento delle rese per ettaro coltivato) e delle risorse idriche mondiali (si veda a tal riguardo il Position Paper sul tema del "Water Management" prodotto dal Barilla Center for Food and Nutrition nel marzo 2009).

Se si guarda al futuro, il fenomeno dell'incremento della popolazione appare essere un elemento imprescindibile da considerare attentamente in relazione ai suoi effetti sulle emissioni di gas serra: il *trend* di crescita non pare, infatti, doversi arrestare e le stime parlano di una popolazione mondiale che potrebbe raggiungere i 9 miliardi di abitanti nel 2050.

Figura 13. La popolazione mondiale (in miliardi)



Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti su dati UN, *World Population Prospects*, 2007

L'incremento della popolazione mondiale è andato di pari passo con l'aumento della domanda di beni e servizi e, quindi, della produzione mondiale, con un conseguente aumento delle emissioni di gas serra riconducibili all'attività industriale (si veda la sezione precedente per una quantificazione dell'impatto di tale attività sulle emissioni globali).

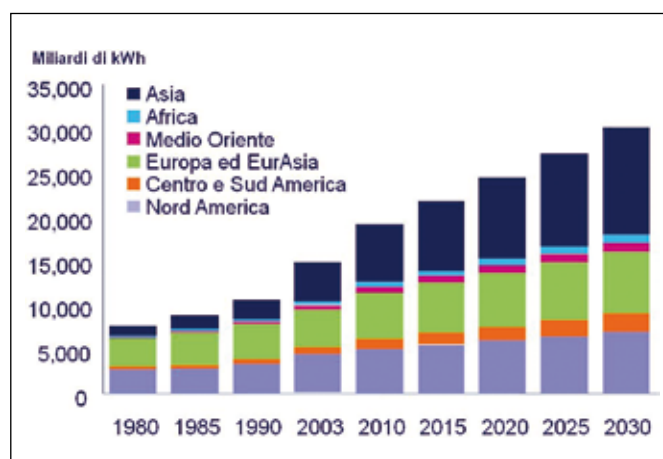
Anche in questo caso il *trend* non pare doversi arrestare, almeno nel lungo periodo: l'attesa è quella di un mondo che nel 2050 sarà 4-5 volte più ricco di quello attuale.

L'aumento della popolazione e l'incremento della produzione mondiale, associati a uno stile di vita sempre più orientato ai consumi e definibile quale "energy intensive", hanno causato il sensibile aumento della **domanda mondiale di energia**.

Per soddisfare tale domanda si è ricorso principalmente all'utilizzo di fonti di energia non rinnovabili, sostanzialmente legate all'estrazione e lavorazione del petrolio. Questa attività risulta essere altamente negativa in termini di impatto ambientale, essendo la principale causa delle emissioni di gas serra nell'atmosfera a livello mondiale.

Anche in questo caso, le previsioni per il futuro non appaiono rassicuranti in termini di impatto dell'attività umana sull'ambiente: la domanda globale di energia sta infatti crescendo a un ritmo sempre più elevato, soprattutto per il contributo dei Paesi emergenti dell'Asia.

Figura 14. La domanda mondiale di energia



Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti su dati IEA

La ripartizione geografica dei consumi mondiali mostra un sempre minor peso relativo dei consumi in aree come il Nord America (Canada e Stati Uniti) e l'Europa, a fronte di una crescita assoluta e relativa di tutte le altre aree, in particolare dell'Asia. Tale fenomeno è la conseguenza di differenti dinamiche di crescita: molto più elevata della media nelle aree emergenti, in Asia, e molto più contenuta nelle zone già industrializzate, in Europa e Nord America.

È stato stimato che la **domanda mondiale di energia crescerà del 45%** tra oggi e il 2030 (un incremento medio annuo dell'1,6%). Si ritiene che i Paesi non-OECD, in particolar modo Cina e India, saranno responsabili dell'**87% di tale incremento**.

### 1.3 I possibili scenari futuri

L'ultimo rapporto dell'IPCC conferma che i futuri cambiamenti climatici non riguarderanno soltanto l'innalzamento delle temperature, ma produrranno anche una modifica dell'intero sistema climatico con serie ripercussioni sugli ecosistemi e sulle attività umane.

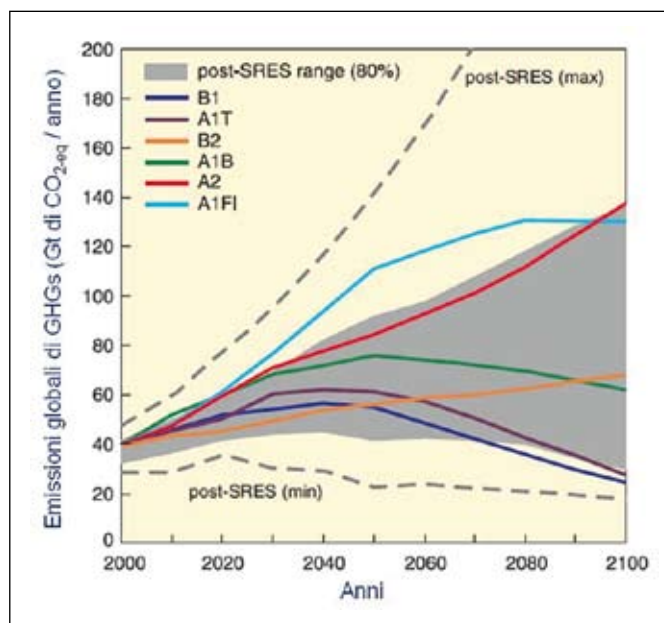


Gli impatti prospettici devono però essere considerati in maniera congiunta con i futuri sviluppi demografici, economici e tecnologici, soprattutto quando le stime considerano uno scenario temporale di lungo periodo. I possibili sviluppi di tali fattori che, come evidenziato, interagiscono con le trasformazioni fisiche dell'atmosfera, sono stati descritti e sintetizzati dall'IPCC in quattro famiglie di scenari:

- **Scenari A1:** descrivono un mondo caratterizzato da un incremento demografico molto rapido (che raggiunge il valore massimo verso la metà del secolo per poi declinare), una rapida crescita economica e una rapida introduzione di tecnologie innovative e più efficienti. Questa famiglia di scenari si sviluppa in tre linee distinte che descrivono direzioni alternative dei cambiamenti tecnologici del sistema energetico: da intenso uso di combustibili fossili (A1F1) a fonti energetiche non fossili (A1T), oppure un bilanciamento tra le diverse fonti (A1B).
- **Scenari A2:** descrivono un mondo molto eterogeneo, caratterizzato da un incremento demografico continuo, un lento e più frammentario sviluppo economico, essenzialmente orientato su base regionale, e cambiamenti tecnologici molto frammentati e più lenti rispetto agli altri scenari. La caratteristica principale di questa famiglia di scenari è l'autosufficienza e la conservazione delle identità locali.
- **Scenari B1:** descrivono una dinamica demografica simile a quella della famiglia di scenari A1, ma con una veloce trasformazione delle strutture economiche verso un'economia dell'informazione e dei servizi, con riduzioni dell'intensità dei materiali e l'introduzione di tecnologie pulite più efficienti nello sfruttamento delle risorse. Questi scenari enfatizzano lo sviluppo di soluzioni globali per la sostenibilità ambientale, sociale ed economica, includendo un miglioramento dell'equità.
- **Scenari B2:** descrivono una dinamica demografica in crescita, ma a tassi inferiori rispetto agli scenari A2. Lo sviluppo economico ipotizzato è intermedio e i cambiamenti tecnologici più diversificati e meno dinamici rispetto agli scenari B1 e A1. Questo gruppo di scenari, particolarmente orientato alla protezione ambientale e l'equità sociale, enfatizza un mondo orientato alla sostenibilità e all'adozione di soluzioni locali e regionali.



Figura 15. Livello di emissioni globali di GHGs nei differenti scenari SRES (Special Report on Emission Scenarios)<sup>23</sup> dell'IPCC, 2000-2100



Fonte: Fourth Assessment Report: Climate Change 2007, IPCC, 2007

Gli scenari delineati dall'IPCC prospettano un aumento delle emissioni<sup>24</sup> globali di GHGs compreso in un intervallo che va da 9,7 a 36,7 milioni di tonnellate di CO<sub>2-eq</sub> tra il 2000 e il 2030.

Questi scenari prevedono che i **combustibili fossili manterranno una posizione dominante nel mix energetico globale fino al 2030 e oltre**. Di conseguenza, le emissioni di CO<sub>2</sub> derivanti dal consumo di energia aumenteranno del 40%-110%, tra il 2000 e il 2030.

Partendo da tali considerazioni, i modelli di simulazione evidenziano che verranno osservati fenomeni tendenzialmente in linea con quanto già osservato<sup>25</sup>, rispetto a:

- A. incremento delle **temperature**;
- B. scioglimento e contrazione della superficie terrestre e marina coperta dai **ghiacci**;
- C. innalzamento del **livello dei mari**;
- D. variazioni nel **regime pluviometrico (precipitazioni)**.

#### A. Incremento delle temperature

Risulta molto complesso correlare con esattezza i livelli di emissione dei gas serra ipotizzati dagli scenari previsionali dell'IPCC all'aumento delle temperature medie globali, poiché la scienza non ha una conoscenza certa della sensibilità<sup>26</sup> del sistema climatico.

<sup>23</sup> L'area evidenziata in grigio rappresenta l'80° percentile degli scenari pubblicati successivamente a quelli SRES dell'IPCC (post-SRES); la linea tratteggiata evidenzia la gamma completa di scenari post-SRES. Per maggiori approfondimenti si faccia riferimento al "Fourth Assessment Report: Climate Change 2007", IPCC

<sup>24</sup> Aumenti previsti rispetto alla baseline

<sup>25</sup> All'interno di tale paragrafo si intende presentare i principali fenomeni, senza la pretesa di realizzare una rappresentazione esaustiva degli stessi. Per maggiori approfondimenti si faccia riferimento al "Fourth Assessment Report: Climate Change 2007", IPCC

<sup>26</sup> La sensibilità è definita come il riscaldamento medio globale che segue nel lungo periodo a un raddoppio delle concentrazioni di CO<sub>2</sub> di circa 278 ppm rispetto ai livelli pre-industriali

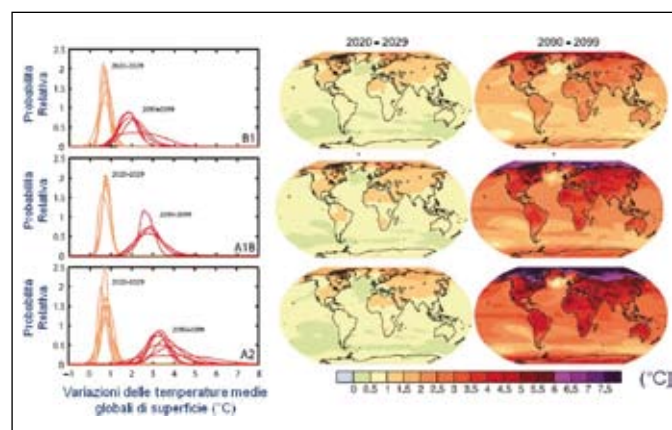


Tuttavia, secondo l'ultimo rapporto dell'IPCC, le proiezioni di riscaldamento per i vari scenari di emissione definiscono quale "miglior stima" per lo scenario basso (B1) un incremento di 1,8 °C e la miglior stima per lo scenario alto (A1F1) di 4 °C entro la fine del XXI secolo.

In particolare, per quanto riguarda le aree europee, gli scenari stimano un aumento delle temperature medie compreso tra i 2,0 °C e i 6,2 °C, prevedendo perciò valori decisamente maggiori rispetto alla media globale.

L'innalzamento delle temperature medie previste, che interesserà soprattutto i Paesi meridionali dell'area mediterranea (perciò soprattutto le regioni centro-meridionali dell'Italia) causerà, inoltre, una maggiore frequenza di ondate di calore e una marcata diminuzione delle precipitazioni.

Figura 16. Proiezioni del cambiamento delle temperature nella prima parte (2020-2029) e nell'ultima (2090-2099) del XXI secolo secondo tre diversi scenari SRES (variazioni ipotizzate rispetto ai livelli medi registrati nel periodo 1980-1999)



Fonte: "Fourth Assessment Report: Climate Change 2007", IPCC, 2007

### B. Scioglimento e contrazione dei ghiacci e della copertura nevosa

In linea con quanto osservato fino ad ora, tutti gli scenari previsionali indicano un ulteriore disgelo delle superfici terrestri e marine coperte da ghiacci permanenti o stagionali.

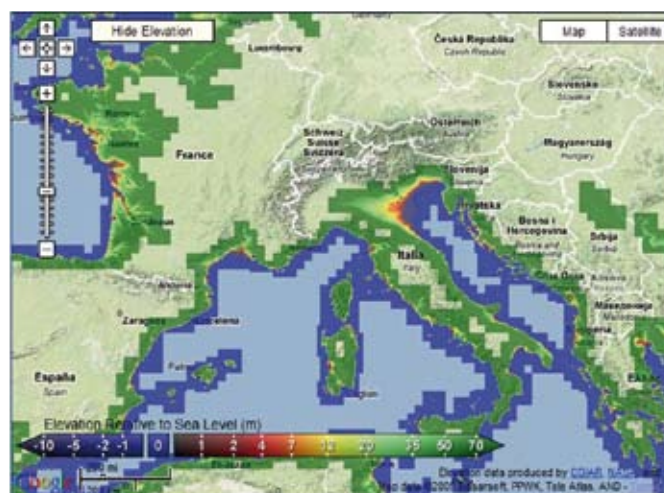
Secondo alcune proiezioni, verso la fine del XXI secolo il ghiaccio marino artico scomparirà quasi completamente<sup>27</sup>.

### C. Innalzamento del livello dei mari

Per quanto concerne il livello medio globale dei mari, le proiezioni per il periodo 2070-2099<sup>28</sup> ipotizzano un innalzamento compreso tra 0,09 e 0,88 metri, con innalzamenti anche superiori in Europa e nello specifico nell'area Mediterranea<sup>29</sup>.

Secondo l'ENEA, l'innalzamento del Mare Mediterraneo dovrebbe essere contenuto tra i 18-30 cm per il 2090. I principali problemi per le zone costiere si avranno dunque in termini di erosione e instabilità dei litorali.

Figura 17. Le aree più vulnerabili al potenziale innalzamento del livello dei mari - Italia, al 2100



Fonte: Google, Sea Level Rise Explorer su dati NASA, CGIAR (Consortium for Spatial Information)

### D. Precipitazioni

I modelli di simulazione del clima per il XXI secolo, anche se possiedono ancora elevati livelli di incertezza, sono concordi nel prevedere un **generalizzato incremento delle precipitazioni** alle alte latitudini e una diminuzione in alcune regioni subtropicali e alle medie latitudini.

Il cambiamento delle precipitazioni previsto evidenzia un aumento delle stesse alle alte latitudini (Nord America, ad esempio), e drastiche diminuzioni (fino a circa il 20% nel 2100) nelle regioni subtropicali.

Per quanto riguarda l'Europa, nelle aree settentrionali sono previsti **aumenti annuali nell'ordine dell'1-2% per decennio**, mentre nelle aree meridionali sono previste **riduzioni nell'ordine del 5%**.

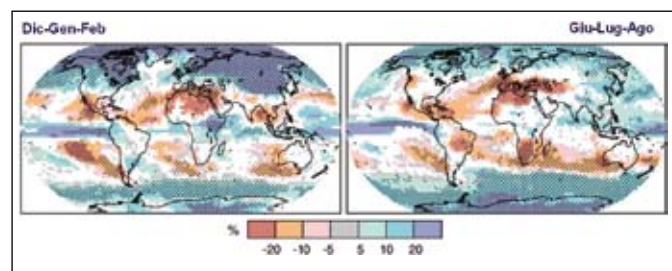
Le proiezioni mostrano inoltre come le traiettorie dei cicloni extra-tropicali si spostino verso i poli, con conseguenti variazioni delle strutture dei venti, delle precipitazioni e delle temperature.

<sup>27</sup> Calcolato al termine del periodo estivo

<sup>28</sup> Rispetto al periodo climatico 1961-1990

<sup>29</sup> Questo è previsto nel caso di crollo dell'Atlantic meridional overturning circulation (MOC). Fonte: IPCC 2007; "Cambiamenti climatici e strategie di adattamento in Italia. Una valutazione economica", C. Carraro et al., 2008

Figura 18. Variazioni relative nel regime pluviometrico 2090-2099 (variazioni % rispetto al periodo 1980-1999)



Fonte: "Fourth Assessment Report: Climate Change 2007", IPCC, 2007

Gli scenari appena delineati sono decisamente preoccupanti. Al fine di prevenire conseguenze irreversibili e particolarmente rischiose per i sistemi naturali e umani, gli scienziati concordano sulla necessità di un'azione immediata e condivisa.

In particolare, è opportuno agire sulle emissioni di GHGs per tentare di limitare il riscaldamento a livelli "sicuri" che, allo stato attuale, sono stati definiti entro i  $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ <sup>30</sup>.

Livelli di riscaldamento superiori, spesso definiti "punti di non ritorno", avranno effetti "altamente destabilizzanti" con pericolose interferenze su sistemi, settori e regioni.

Figura 19. Implicazioni prospettiche del cambiamento climatico nelle diverse ipotesi di riscaldamento globale, su diversi settori

|                                  | 1.5-2.0 °C   | 2.0-2.5 °C   | > 2.5 °C   |
|----------------------------------|--|--|--|
| <b>Ecosistemi e biodiversità</b> | Estinzione progressiva del 10-15% delle specie esistenti; Danni alle barriere coralline; Perdita di ghiaccio nell'Artico | Enorme perdita in flora e fauna (principalmente in Africa australe e Australia nordorientale)                                  | Rischio estinzione per il 20-30% delle specie vegetali ed animali esistenti; Riduzione del 20-80% della foresta Amazzonica |
| <b>Produzione alimentare</b>     | Calo nella produzione di cereali nelle regioni povere a basse latitudini   | -5% della produzione di grano e mais (India) e di riso (Cina); Perdite significative nel settore agricolo negli stati insulari | Significativo calo della resa agricola a livello globale   |
| <b>Regioni costiere</b>          | Aumento di tempeste e inondazioni, con significativo rischio di alluvioni  | Danni crescenti  | Danni crescenti  |
| <b>Salute</b>                    | Aumento dell'incidenza di alcune patologie (infettive, da malnutrizione, ...); Rischi di mortalità per ondate di caldo   | Danni crescenti  | Danni crescenti  |
| <b>Acqua</b>                     | Rischio di carenze idriche per centinaia di milioni di persone; -80% aree glaciali himalayane e tibetane                 | Aumento individui esposti a carenze idriche; Significativa riduzione della portata del fiume Colorado negli USA                | 2 milioni di persone esposti al rischio di maggiori carenze idriche  |
| <b>Livello dei mari</b>          | Rischio di scioglimento dei ghiacciai della Groenlandia; Innalzamento livello del mare di 0,3-1,2m per molti secoli      | Innalzamento del livello del mare di 0,5m entro il 2100; Innalzamento del livello del mare di 0,4-1,5m per molti secoli        | Aumento di 2-7m del livello del mare per secoli; Possibile ingente perdita dei ghiacciai dell'Antartico occidentale        |

Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti da "Fourth Assessment Report: Climate Change 2007", IPCC, 2007

#### 1.4 La valutazione economica degli impatti del cambiamento climatico

Il cambiamento climatico impatta direttamente sull'ambiente e, quindi, genera ripercussioni sull'economia e sulla società.

I costi economici e sociali (o perdite di ricchezza) legati al *climate change* possono scaturire, oltre che dall'impatto diretto, dalla prevenzione (costi per la mitigazione) e dall'adattamento della popolazione al nuovo contesto ambientale (costi per l'adattamento).

Nonostante le evidenti difficoltà di calcolo, l'impatto economico è il più efficace strumento di misurazione e comprensione di tale fenomeno.

Alcuni organismi internazionali ed enti di ricerca hanno utilizzato dei modelli per la stima degli impatti economici e sociali (attuali e futuri) provocati dal cambiamento climatico

Figura 20. Framework di riferimento per la valutazione degli impatti economici



Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti su dati "Cambiamenti climatici e strategie di adattamento in Italia. Una valutazione economica", C. Carraro, et al., 2008

Questi modelli fanno riferimento a un *framework* comune che sta alla base delle metodologie sviluppate *ad hoc* in differenti contesti specifici. Infatti, le diverse analisi sul tema si basano su elementi comuni e sono state effettuate con una metodologia di calcolo che comprende elementi relativi sia alle aree di calcolo e stima come il livello dei mari e oceani, l'utilizzo dell'energia, gli impatti sull'agricoltura, la disponibilità d'acqua, gli impatti sulla salute, l'ecosistema e biodiversità e gli eventi naturali, sia agli strumenti di calcolo, come il metodo del *discount rate*, l'orizzonte temporale e geografico, l'analisi costi e benefici e l'utilizzo dell'approccio punti di forza e debolezza.

La valutazione economica degli impatti del *climate change*, seppur criticabile e discutibile nel metodo e nei risultati, rappresenta uno strumento capace di attribuire un metro di valore al fenomeno del cambiamento climatico e alle politiche da attuare. In altre parole, può essere definita come una cartina di tornasole sui danni provocati all'ambiente e sullo stato di efficacia delle politiche di salvaguardia ambientale.

<sup>30</sup> Questo dato è frutto delle ultime valutazioni dell'IPCC e degli studi più recenti in materia

Nelle tabelle successive si presentano, in sintesi, i risultati degli studi relativi alla mitigazione degli effetti del *climate change*, cioè i costi per prevenire il cambiamento climatico, e i risultati degli studi relativi all'adattamento agli effetti del *climate change*, cioè ai costi per adattarsi al cambiamento climatico.

Figura 21. Stime dei costi e investimenti richiesti per la mitigazione degli effetti del *climate change*

| Studi   | Stime   |
|---|---|
| Stern Review  | 1.000 miliardi di \$ annui  |
| OECD (2008)   | 350 – 3.000 miliardi di \$ annui                                    |
| UNFCCC (2007) (United Nations Framework Convention on Climate Change) | 200 – 210 miliardi di \$ annui                                      |
| IEA (2008) (International Energy Agency)                              | 400 – 1.100 miliardi di \$ annui                                    |
| World Bank (2006)   | 30 – 160 miliardi di \$ annui (per i solo Paesi in via di sviluppo) |

Fonte: elaborazioni The European House-Ambrosetti su studi della letteratura esistente

Figura 22. Stime dei costi e investimenti richiesti per l'adattamento degli effetti del *climate change*

| Studi   | Stime                              |
|---|------------------------------------|
| World Bank (2006)   | 4 – 37 miliardi di \$ annui        |
| Oxfam (2007) (Confederazione di 13 organizzazioni non governative)    | 8 – 33 miliardi di \$ annui        |
| UNFCCC (2007) (United Nations Framework Convention on Climate Change) | 26 – 67 miliardi di \$ (al 2030)   |
| UNDP (2008) (United Nations Development Program)                      | 66 miliardi annui di \$ (dal 2016) |

Fonte: elaborazioni The European House-Ambrosetti su studi della letteratura esistente

#### 1.4.1 I costi delle politiche di intervento e i costi del non intervento

Esistono soluzioni affidabili che possono essere implementate per rispondere al problema del cambiamento climatico sulla Terra. Le emissioni totali mondiali di gas serra sono attese in aumento del 37% entro il 2030 e del 52% entro il 2050.

Senza azioni adeguate le conseguenze sono drammatiche. Un miliardo di persone vivranno in aree a scarsità d'acqua e le morti umane premature causate dalla presenza di ozono nella troposfera quadruplicheranno.

L'OECD prevede che la crescita economica raddoppierà rispetto ai valori attuali entro il 2030. Per mitigare gli effetti negativi delle emissioni di CO<sub>2</sub> le azioni intraprese costeranno circa il 2% della crescita del Pil mondiale, considerando un aumento delle emissioni del 12% entro il 2030, al posto del 37% previsto<sup>31</sup>. Tale costo globale sarà inferiore se i Paesi agiranno in modo comune.

Sul fronte delle imprese, l'IPCC stima che se le imprese pagassero un prezzo compreso tra 10 e 20 Euro per tCO<sub>2</sub> (tonnellata

di CO<sub>2</sub>) emessa, tale prezzo risulterebbe sufficiente per raggiungere gli obiettivi stabiliti in termini di riduzione delle emissioni.

Figura 23. I costi sulle imprese delle politiche di intervento

| Attività economiche                  | Incremento medio di prezzo necessario per compensare una tassa di 20€/tCO <sub>2</sub> , al fine di mantenere inalterata la redditività delle imprese |
|--------------------------------------|---|
| Calce                                | 59.4%   |
| Asfalto/cemento                      | 14.5%   |
| Ferro, acciaio e leghe ferrose       | 4.3%  |
| Coke                                 | 3.0%  |
| Gas industriali                      | 2.7%  |
| Componenti inorganici a base chimica | 2.4%  |
| Tessile                              | 2.1%  |
| Fertilizzanti e prodotti azotati     | 2.0%  |
| Alluminio                            | 2.0%  |
| Carta                                | 2.0%  |
| Gomma                                | 1.6%  |
| Prodotti petroliferi raffinati       | 1.1%  |
| Prodotti igienici                    | 0.9%  |
| Rame                                 | 0.7%  |

Fonte: EU ETS Impacts on profitability and trade, 2007

Tale incremento di prezzo, tuttavia, ricadrebbe in parte sul sistema produttivo, che registrerebbe delle spinte verso il basso dei propri margini e in parte sui consumatori che si troverebbero ad affrontare una situazione di crescita dei prezzi di determinati prodotti e servizi.

Sul fronte della crescita economica internazionale, invece, l'innalzamento della temperatura si tradurrebbe in una sensibile riduzione della crescita del PIL.

Figura 24. Impatti % in termini di PIL a seguito di un innalzamento della temperatura di 2,5 °C<sup>32</sup>

| Paesi                     | Totale | Agricoltura | Altri mercati vulnerabili | Aree Costiere | Salute Pubblica | Non-market | Insedimenti | Impatti catastrofici |
|---------------------------|--------|-------------|---------------------------|---------------|-----------------|------------|-------------|----------------------|
| Stati Uniti               | -0.43  | -0.05       | 0                         | -0.11         | -0.02           | +0.25      | -0.1        | -0.44                |
| Cina                      | -0.22  | +0.37       | -0.13                     | -0.07         | -0.06           | +0.25      | -0.05       | -0.52                |
| Giappone                  | -0.5   | +0.48       | 0                         | -0.56         | -0.02           | +0.31      | -0.25       | -0.45                |
| OECD Europa               | -0.83  | -0.49       | 0                         | -0.5          | -0.02           | +0.43      | -0.25       | -1.91                |
| Russia                    | +0.05  | +0.09       | +0.37                     | -0.09         | -0.02           | +0.75      | -0.05       | -0.69                |
| India                     | -4.03  | -1.09       | -0.4                      | -0.09         | -0.69           | -0.3       | -0.1        | -2.27                |
| Altri high-income         | +0.39  | +0.05       | +0.31                     | -0.15         | -0.02           | +0.35      | -0.1        | -0.94                |
| High-income OECD          | -1.95  | 0           | -0.91                     | -0.06         | -0.23           | -0.24      | -0.05       | -0.46                |
| Europa Orientale          | -0.71  | -0.45       | 0                         | -0.01         | -0.02           | +0.36      | -0.1        | -0.47                |
| Altre middle-income       | -2.44  | -1.13       | -0.41                     | -0.04         | -0.32           | +0.04      | -0.1        | -0.47                |
| Altre lower middle-income | -1.81  | -0.04       | -0.29                     | -0.09         | -0.32           | +0.04      | -0.1        | -1.01                |
| Africa                    | -3.91  | -0.05       | -0.09                     | -0.02         | -3              | -0.25      | -0.1        | -0.39                |
| Altre low-income          | -2.84  | -0.04       | -0.48                     | -0.09         | -0.66           | -0.2       | -0.1        | -1.09                |

Fonte: Assessing the impacts of climate change, OECD, 2009

Con specifico riferimento al caso italiano, la valutazione dei costi che l'Italia dovrebbe sopportare a causa dello sfioramento dai limiti previsti dal trattato di Kyoto porta a stimare un valore di 3,6 milioni di Euro al giorno; tale valore equivale a un costo annuo di 1,3 miliardi di Euro. Dal 1 gennaio 2008, quindi, il Debito Verde accumulato è pari a 1,85 miliardi di Euro che, a titolo di esempio, equivale alternativamente al PIL annuale della Provincia di Enna, alla costruzione dell'Autostrada BreBeMi e a sei volte i fondi stanziati nel 2007 per la ricerca sanitaria.

31 Fonte: Environmental Outlook, OECD 2008

32 "Aree costiere" si riferisce alla perdita al territorio causato dal sommergersi delle coste. "Non-market time use" si riferisce all'impatto del climate change sulle attività legate al tempo libero/divertimenti. "Insediamenti" si riferisce a quelle città, tesori naturali e culturali che non possono essere trasferiti altrove



Figura 25. Valutazione dei costi per l'Italia a seguito dello sfioramento dei limiti del trattato di Kyoto

| Le criticità principali del nostro Paese         | Perdita di opportunità equivalenti al Debito Verde accumulato dall'Italia   |
|--|---|
| Bassa crescita                                   | Il Debito Verde accumulato equivale all'intero PIL annuo della Provincia di Enna, ovvero la metà del PIL annuo prodotto dalla Provincia di Aosta  |
| Scarsa dotazione infrastrutturale                | Il Debito Verde accumulato è superiore al costo di realizzazione della Autostrada BreBeMi (rientrante nel Corridoio V), ovvero del costo di realizzazione della Tangenziale Est Esterna di Milano |
| Insufficienti investimenti in ricerca e sviluppo | Il Debito Verde accumulato è 6 volte superiore ai fondi stanziati per la ricerca sanitaria nel 2007 dal Ministero del Lavoro, della Salute e delle Politiche sociali                              |

Fonte: rielaborazioni The European House-Ambrosetti su dati Kyoto Club, 2009

Nella tabella seguente, si riportano i principali effetti del *climate change* in Italia in base alle caratteristiche territoriali della penisola.

Figura 26. Impatti del *climate change* in Italia

| Zone alpine   | Zone a rischio di desertificazione   | Zone costiere ed ambiente marino  | Sistema idrogeologico   |
|---|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>In uno scenario di aumento delle temperature di 2 °C, l'attività sciistica potrebbe essere fisicamente possibile solo nel 60% degli attuali impianti dell'intero arco alpino italiano → 35 miliardi di € di perdita economica media</li> <li>Variazione media nella spesa turistica dovuta al cambiamento climatico (differenza % rispetto al caso senza <i>climate change</i>): -10,2% nel 2030 e -10,8% nel 2050 → contrazione media del fatturato diretto del turismo alpino al 2030 compresa tra lo 0,3% e il 15,7%</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perdita di produttività in seguito a maggiore erosione del suolo nelle aree aride: degrado di terreni da pascolo, degrado di terreni non irrigati, degrado di terreni irrigati</li> <li>Danni per aumento del numero di incendi</li> <li>Perdita media annua di PIL agricolo fra il 2% e il 10%</li> <li>→ Applicando all'Italia studi effettuati su altre realtà geografiche, è possibile stimare un costo annuale medio della desertificazione (relativo a 16.500 km<sup>2</sup> di suolo ritenuti vulnerabili) compreso fra i 60 e i 412 milioni di dollari</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Impatti economici significativi connessi con il possibile aumento delle inondazioni costiere, che potrebbero colpire fino a 2,5 milioni di persone in Europa ogni anno (in base allo scenario A1FI dell'IPCC) → studi a livello nazionale risultano ad oggi ancora parziali e sono apprezzabili principalmente in termini qualitativi e non economico-quantitativi</li> <li>Impatti negativi derivanti dai fenomeni di erosione delle coste, con danni al turismo balneare</li> <li>Impatti negativi sulla pesca, legati agli effetti negativi sulla biodiversità</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Si stima che nel periodo 1998-2002 l'Europa abbia subito circa 100 alluvioni, con un almeno 25 miliardi di € di perdite economiche per danni subiti</li> <li>In Italia dal 1839 al 2004 si sono verificate 28 grandi alluvioni, che hanno comportato 23,7 miliardi di dollari di danni: uno degli effetti del cambiamento climatico è l'aumento di tali fenomeni, con conseguenti impatti negativi attesi in termini economici</li> <li>Impatti negativi legati all'aumento di frane e dissesti idrogeologici</li> </ul> |

Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti su dati "Cambiamenti climatici e strategie di adattamento in Italia. Una valutazione economica", C. Carraro et al., 2008

## 1.5 L'emergere di una rinnovata consapevolezza ambientale nella società

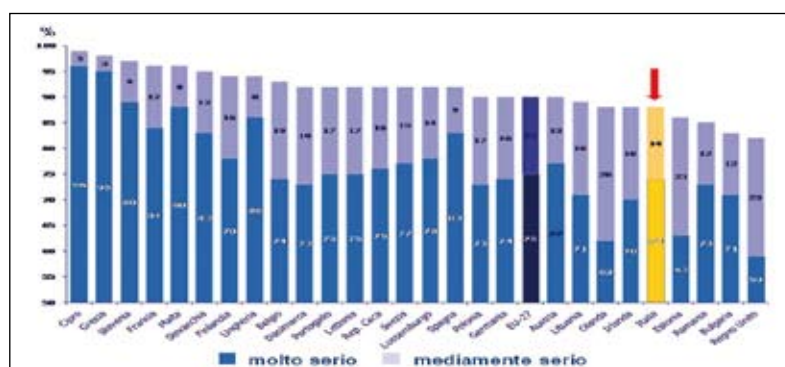
Per analizzare la consapevolezza dei cittadini sul tema del cambiamento climatico, sono stati analizzati i dati apparsi sull'Eurobarometro, un'indagine campionaria realizzata da alcuni istituti specializzati per conto della Commissione Europea.

Dall'ultima indagine campionaria<sup>33</sup> realizzata emerge che:

- il 75% circa dei rispondenti dell'aggregato EU-27 ritiene il cambiamento climatico un problema molto serio (al contrario, solo il 7% dei rispondenti lo giudica un problema poco serio);
- il 78% dei rispondenti dell'area EU-27 ritiene che i problemi ambientali abbiano un effetto diretto sulla loro vita quotidiana;
- il 75% dei rispondenti dell'area EU-27 sarebbero disposti ad acquistare prodotti eco-compatibili anche se questi costassero più di altri prodotti analoghi in commercio;
- il 96% dei rispondenti dell'area EU-27 ritiene che proteggere l'ambiente, al di là di ogni considerazione, sia fondamentale.

Osservando questi dati con dettaglio nazionale, scopriamo che i Paesi in cui i cittadini riconoscono in modo più serio il cambiamento climatico sono Grecia e Cipro, mentre gli inglesi sembrano dare al problema un peso molto più basso. In Italia la percentuale delle persone che considera il *climate change* un problema molto serio è del 74%, a cui si somma un 14% di persone che lo ritiene una questione moderatamente seria.

Figura 27. Percentuale di cittadini europei che ritiene il cambiamento climatico un problema serio<sup>34</sup>



Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti da Eurobarometer: "Europeans' attitudes towards climate change", Commissione Europea, marzo 2008

<sup>33</sup> Eurobarometer: "Europeans' attitudes towards climate change"; "Attitudes of European citizens towards the environment", Commissione Europea, marzo-settembre 2008

<sup>34</sup> Alla domanda sul livello di gravità del cambiamento climatico, i cittadini europei intervistati potevano rispondere: "molto serio", "mediamente serio", "non serio", "non si pronuncia"



I cittadini ungheresi, slovacchi e greci sono convinti che la CO<sub>2</sub> abbia un **impatto significativo** sui processi che causano il cambiamento climatico. Al contrario, olandesi, britannici e irlandesi ritengono che le emissioni di CO<sub>2</sub> abbiano solo un **impatto marginale**.

| Paese       | Percentuale (%) |
|-------------|-----------------|
| Argentina   | 76              |
| Switzerland | 75              |
| Greece      | 74              |
| Denmark     | 73              |
| Serbia      | 70              |
| Austria     | 69              |
| Finland     | 65              |
| Netherlands | 65              |
| France      | 65              |
| Germany     | 64              |
| Pakistan    | 63              |
| Mexico      | 61              |
| Greece      | 59              |
| Bulgaria    | 59              |
| Lithuania   | 55              |
| El Salvador | 55              |
| Italy       | 54              |
| Ukraine     | 53              |
| Korea       | 53              |
| Costa Rica  | 48              |
| Canada      | 46              |
| Philippines | 42              |
| Vietnam     | 42              |
| Angola DRC  | 41              |
| Estonia     | 40              |
| Slovenia    | 40              |
| Iceland     | 38              |

La maggioranza degli europei ritiene che né l'industria, né i Governi, né i cittadini, né l'UE stiano facendo abbastanza per combattere il cambiamento climatico in corso. In particolare, tre cittadini su quattro (76% della popolazione europea) si esprimono in modo marcatamente critico nei confronti dell'industria.

Figura 29. Gli attori coinvolti nella lotta contro il cambiamento climatico

|                  | Industria | Cittadini | Governo nazionale | UE  |
|------------------|-----------|-----------|-------------------|-----|
| Non abbastanza   | 76%       | 67%       | 84%               | 58% |
| Abbastanza       | 14%       | 23%       | 24%               | 25% |
| Troppo           | 2%        | 2%        | 4%                | 3%  |
| Non si pronuncia | 8%        | 8%        | 8%                | 14% |

35 La domanda viene posta nei seguenti termini: "Emission of CO<sub>2</sub> has only a marginal impact on climate change?". Nel grafico viene mostrata la percentuale di persone che non è d'accordo con lo statement posto

Il 67% degli intervistati ritiene che i cittadini non stiano facendo abbastanza per combattere il cambiamento climatico. Questa percentuale raggiunge quasi il 90% nei Paesi dell'Est. Tedeschi (41%), lussemburghesi (31%) e britannici (30%), al contrario, considerano equo tale contributo<sup>36</sup>.

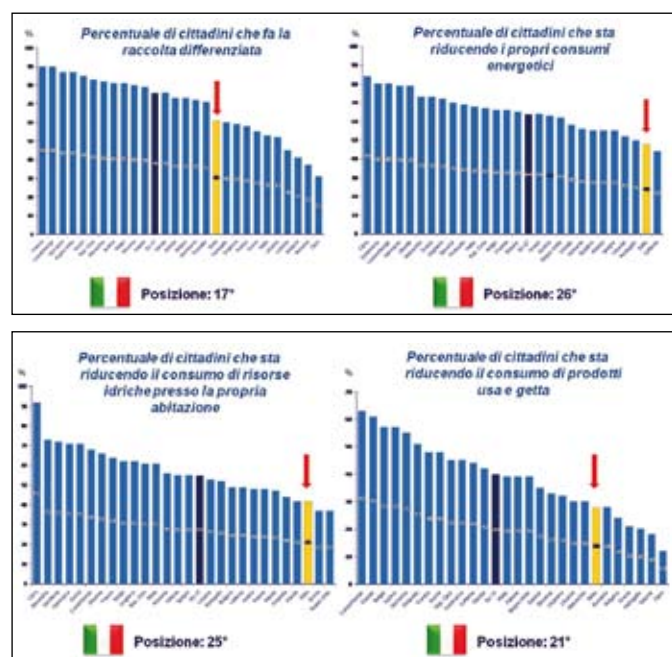
| Country            | Percentage (%) |
|--------------------|----------------|
| Lithuania          | 95             |
| Lithuania          | 94             |
| Slovenia           | 93             |
| Slovenia           | 92             |
| Slovenia           | 91             |
| Greece             | 79             |
| France             | 78             |
| Ukraine            | 77             |
| Slovakia           | 76             |
| Slovakia           | 75             |
| Poland             | 74             |
| Greece             | 73             |
| Slovakia           | 72             |
| Slovakia           | 71             |
| Slovakia           | 70             |
| Czech              | 69             |
| Bulgaria           | 68             |
| Italy              | 67             |
| Italy              | 66             |
| Czech              | 65             |
| Bulgaria           | 64             |
| Romania            | 63             |
| EU-27              | 62             |
| Hungary            | 61             |
| Austria            | 60             |
| Spain              | 59             |
| Luxembourg         | 58             |
| Belgium-Luxembourg | 57             |
| Germany            | 56             |
| Austria            | 55             |

Tra le **misure adottate** per contrastare il cambiamento in atto, quelle citate con maggiore frequenza dagli intervistati sono:

- Queste quattro misure presentano caratteristiche comuni: sono semplici da adottare, non comportano costi aggiuntivi e consentono di realizzare economie.

Anche se in misura minore, i cambiamenti di comportamento nel settore dei trasporti hanno iniziato a rappresentare una parte significativa delle azioni intraprese (28%), così come l'acquisto di prodotti locali e stagionali (27%).

Figura 31. Le azioni intraprese dai cittadini europei per contrastare il cambiamento climatico



Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti da "Europeans' attitudes towards climate change", Eurobarometer, marzo 2008

La sensibilità degli Europei verso le tematiche ambientali non è un fenomeno nuovo. Benché la tipologia di domande poste al campione di cittadini sia cambiata nel tempo, e non renda perciò possibile un confronto omogeneo, è possibile tracciare un *trend* per due tipologie di tematiche che tra il 1986 ed il 1995 sono rimaste pressoché costanti:

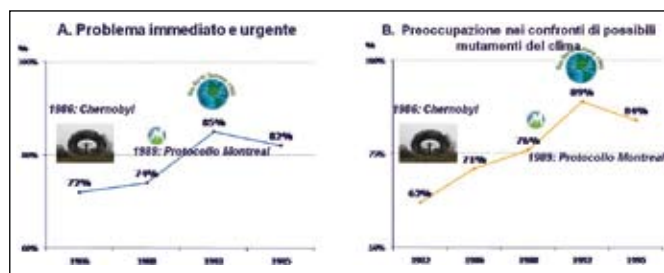
- l'urgenza del problema della protezione ambientale ("immediato e urgente", "un problema per il futuro", "non è un problema");
- la conoscenza dei possibili mutamenti del clima terrestre provocati dal diossido di carbonio.

Contestualizzando l'evoluzione delle risposte con i principali avvenimenti del periodo, si può osservare che l'attenzione dei cittadini europei verso l'ambiente si è evoluta a seguito e in linea con:

- l'incidente di Chernobyl;
- l'entrata in vigore del Protocollo di Montreal;
- il "Rio Summit" (Rio de Janeiro, Brazil, 3-14 June 1992): la più nota conferenza internazionale su temi ambientali.

La minore attenzione alle problematiche ambientali degli anni 1994-1995 è probabilmente dovuta alla focalizzazione di media e organizzazioni internazionali sul terrorismo<sup>37</sup>.

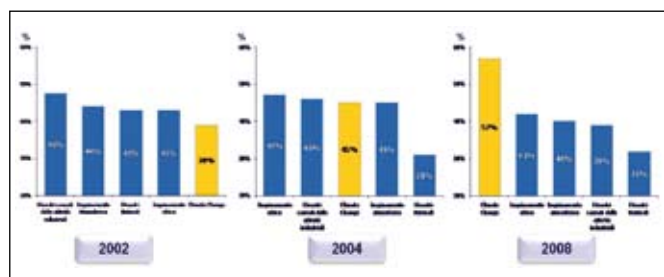
Figura 32. Evoluzione della consapevolezza: 1986-1995



Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti su dati Eurobarometer, "Europeans and the Environment", 1982-1995

Successivamente, nei sondaggi effettuati nel 2002, 2004 e 2008, la percezione del *climate change* quale fonte di preoccupazione per i possibili impatti generati sull'ambiente è passata dalla 5<sup>a</sup> alla 1<sup>a</sup> posizione.

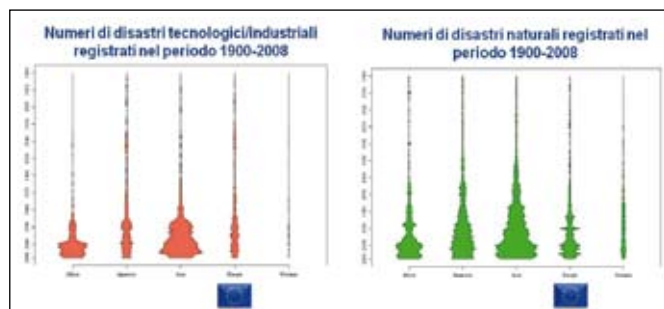
Figura 33. Evoluzione della percezione dei cittadini europei nei confronti di particolari fattori pericolosi per l'ambiente, 2002, 2004, 2008<sup>38</sup>



Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti su dati Eurobarometer, "Europeans and the Environment", 1982-1995

Come si evince dalla Figura 33, nel periodo considerato l'attenzione verso i disastri di natura industriale e naturale è sempre stata particolarmente accentuata. Questo è dovuto al fatto che, come si desume dalla figura sottostante (Figura 34), gli ultimi decenni del '900 e i primi anni del XXI secolo sono stati caratterizzati da una maggiore frequenza di questi fenomeni.

Figura 34. Evoluzione del manifestarsi di disastri industriali e naturali, 1900-2008



Fonte: EM-DAT: Emergency Events Database

<sup>37</sup> Nel '94 venne firmata la Dichiarazione ONU sulle misure per la repressione del terrorismo; inoltre, nel '95 ci furono due attentati importanti, uno nella metropolitana di Tokyo e uno in quella di Parigi

<sup>38</sup> Nota: il totale supera il 100% perché era stata contemplata la possibilità di dare risposte multiple alla domanda posta

A seguito dello tsunami che nel 2004 ha investito l'Oceano Indiano e dell'uragano Katrina, che nel 2006 ha colpito duramente gli Stati Uniti, i *mass media* cominciarono a collegare queste catastrofi naturali al cambiamento climatico. Anche molti scienziati che fino ad allora si erano mostrati piuttosto scettici iniziarono a considerare la responsabilità dell'uomo nel riscaldamento globale.

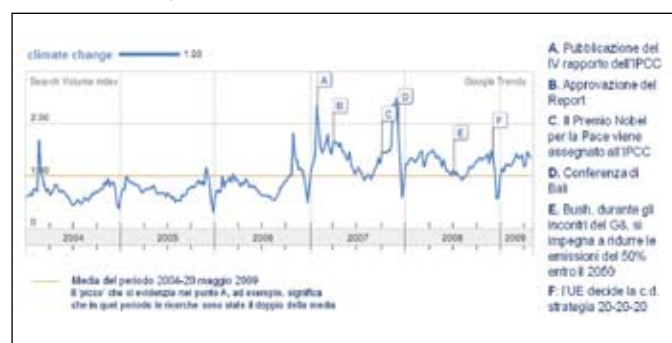
Il 2007 è stato l'anno che ha visto il cambiamento climatico assurgere quale elemento principe del dibattito internazionale. Il 12 ottobre dello stesso anno all'organismo ONU deputato allo studio dei cambiamenti climatici (IPCC), congiuntamente con l'ex Vice Presidente degli Stati Uniti Al Gore, venne assegnato il premio Nobel per la Pace. La motivazione alla base del premio fece riferimento:

*"all'impegno profuso nella costruzione e divulgazione di una maggiore conoscenza sui cambiamenti climatici di origine antropica e nel porre le basi per poterli contrastare efficacemente"*

Nel dicembre dello stesso anno, durante il vertice della tredicesima Conferenza delle Parti della Convenzione delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (COP13) che si tenne a Bali, la Comunità internazionale mise a punto le basi per la definizione di una nuova strategia contro il cambiamento globale del clima.

L'assegnazione del premio Nobel e la risonanza della Conferenza di Bali sancirono l'importanza crescente del dibattito che tutt'ora coinvolge la comunità internazionale e, parallelamente la crescita dell'attenzione dell'opinione pubblica per le conseguenze potenzialmente catastrofiche dei cambiamenti climatici.

Figura 35. Traffico mondiale medio della parola "climate change" sul motore di ricerca Google<sup>39</sup>



Fonte: Google Trends, maggio 2009

## 2. CARBON FOOTPRINT ED ECOLOGICAL FOOTPRINT

### 2.1 Carbon Footprint

#### 2.1.1 Introduzione e definizione di Carbon Footprint

Il termine *Carbon Footprint* (CF) si sta diffondendo rapidamente tra i *media* di tutto il mondo, poiché le tematiche legate al cambiamento climatico hanno assunto una rilevanza significativa all'interno del dibattito politico internazionale.

Nonostante la crescente diffusione del termine, non sembra esserci ancora una chiara e condivisa definizione di *Carbon Footprint*, così come non esiste un'interpretazione univoca del suo significato e delle modalità di calcolo<sup>40</sup>.

Recentemente, sia l'Unione Europea<sup>41</sup>, sia il *Carbon Trust*<sup>42</sup> hanno provato a definire, in modo organico e complessivo, il concetto di *Carbon Footprint* sulla base di studi scientifici effettuati negli anni precedenti.

Figura 36. Definizione di *Carbon Footprint* adottata dalla UE e dal *Carbon Trust*

| Unione Europea (2007)  | Carbon Trust (2008)  |
|--|--|
| Il Carbon Footprint è l'ammontare totale delle emissioni di diossido di carbonio (CO <sub>2</sub> ) e di altri gas serra (GHG) associati alla realizzazione di un prodotto (bene di consumo, bene intermedio) o servizio (organizzazione di eventi, conferenze ecc.) | Il Carbon Footprint è l'ammontare totale delle emissioni di gas serra riconducibili direttamente e indirettamente agli individui, alle imprese, all'organizzazione di eventi e alla produzione di beni e servizi |

Fonte: Unione Europea, Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability, 2007; Carbon Trust, 2008

Come si può osservare le due definizioni sono molto simili tra loro, e l'attuale tendenza nella letteratura scientifica teorica, ma anche nei lavori di studio empirici, è quella di adottare una di queste due definizioni.

A titolo esemplificativo e in accordo con le definizioni fornite dall'UE e dal *Carbon Trust*, alcune attività responsabili dell'aumento delle emissioni di gas serra sono le seguenti:

- produzione di energia elettrica;
- consumo di carburanti (petrolio, gasolio, metano, nafta, ecc.);
- combustione di prodotti di scarto;
- riscaldamento e raffreddamento dell'aria e dell'acqua;
- estrazione di minerali;
- utilizzo dei fertilizzanti nell'agricoltura;

39 Nota: la scala si basa sul traffico medio della parola ricercata. L'asse 'Y' è la scala numerica. Il valore 1 rappresenta l'indice della media delle ricerche del periodo considerato

40 Fonte: Wackernagel M, Rees W.E., *Our Ecological Footprint - Reducing Human Impact on the Earth*. New Society Publishers Gabriola Island, Canada, 1996

41 Fonte: Unione Europea, Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability, 2007; Carbon Trust, 2008 ([www.carbontrust.co.uk](http://www.carbontrust.co.uk))

42 Carbon Trust è un'agenzia privata avente finalità pubbliche costituita nel 2001 dal Governo inglese con l'obiettivo di accelerare il passaggio verso una low carbon economy

- coltivazione e allevamento;
- irrigazione dei campi;
- utilizzo dei mezzi di trasporto per gli spostamenti;
- manifattura di prodotti;
- illuminazione di luoghi pubblici e privati;
- produzione di farmaci;
- organizzazione di eventi, concerti, manifestazioni.

Esistono tuttavia alcune definizioni alternative di *Carbon Footprint* che sono state adottate da Enti di ricerca internazionali, ricercatori nel settore, istituzioni politiche e aziende private.

Figura 37. Definizioni alternative di *Carbon Footprint*

| Fonte  | Definizione  |
|--|--|
| British Petroleum                                | Rappresenta l'ammontare totale di diossido di carbonio emesso giornalmente dalle attività umane  |
| Energetics                                       | È il totale delle emissioni dirette e indirette di CO <sub>2</sub> prodotte dall'attività umana  |
| Environmental Technology Action Plan (ETAP)      | È la misura dell'impatto sull'ambiente prodotto dalle attività umane in termini di gas a effetto serra, misurata in termini di CO <sub>2</sub>   |
| Global Footprint Network                         | È la domanda di biocapacità richiesta per assorbire, attraverso la fotosintesi, la CO <sub>2</sub> e le emissioni derivanti dalla combustione dei fossili  |
| Grub & Ellis                                     | È una misura della quantità di CO <sub>2</sub> emessa attraverso l'utilizzo dei combustibili fossili   |
| Parliament Office of Science and Technology (UK) | È l'ammontare totale di CO <sub>2</sub> e dei gas a effetto serra emessi durante il ciclo di produzione di un prodotto. È espresso in grammi di CO <sub>2</sub> equivalenti per KW   |
| Carbon Trust (definizione del 2007)              | È una metodologia per stimare le emissioni totali di gas serra convertiti in CO <sub>2</sub> equivalenti, riconducibili all'intero processo di produzione e consumo di un prodotto (dall'utilizzo delle materie prime, alla manifattura al consumo finale) |

Fonte: elaborazioni The European House-Ambrosetti sulle pubblicazioni più recenti presenti nella letteratura scientifica

Come si può osservare dalla tabella precedente, la nozione di *Carbon Footprint* può variare dal totale delle emissioni di sola CO<sub>2</sub> emessa dalle attività umane o dall'utilizzo di combustibili fossili, al totale delle emissioni di gas serra in CO<sub>2</sub> equivalenti, cioè alla conversione dei gas serra in CO<sub>2</sub> riconducibili all'intero processo di produzione e consumo di un prodotto o servizio, alla biocapacità richiesta per assorbire, attraverso la fotosintesi, le emissioni di CO<sub>2</sub> equivalenti.

Le differenti interpretazioni del concetto di *Carbon Footprint* convivono tutt'oggi e non sembra ci siano dati e risultati scientifici che portano a preferire, in modo univoco, una definizione piuttosto che un'altra.

A livello scientifico, infatti, la conversione dei gas serra CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, SF<sub>6</sub>, HFCs e PFCs in CO<sub>2</sub> equivalenti presenta alcune forti criticità, in quanto:

- i dati delle emissioni dei suddetti gas non sono molto attendibili;
- questi gas, come si può osservare dalla formula chimica, non sono formati da molecole di carbonio e, quindi, non sono perfettamente paragonabili in termini di CO<sub>2</sub> equivalenti.

Per questi motivi il concetto di *Carbon Footprint* differisce in modo sensibile tra i vari Enti e organizzazioni che lo misurano<sup>43</sup>.

Sempre a livello scientifico, non esiste una metodologia condivisa di conversione del *Carbon Footprint* in termini di metri quadrati di terra necessari per assorbire le emissioni totali. Infatti, l'ammontare di CO<sub>2</sub> prodotta è misurato in termini di chilogrammi e tonnellate e non esiste una conversione da queste unità di misura in ettari, metri e chilometri quadrati.

L'introduzione di tassi di conversione tra i gas serra e l'anidride carbonica e tra quest'ultima e i metri quadrati di terra aumenta l'incertezza circa la misurazione del *Carbon Footprint* che perde i connotati prettamente "carbon" e tende a diventare più un indicatore di "Climate Footprint".

A livello generale, seppur non esista ancora oggi una definizione condivisa di *Carbon Footprint*, un'interpretazione comune e una metodologia univoca di calcolo, si stanno affermando le proposte fatte dall'Unione Europea e dal *Carbon Trust*.

Le emissioni di CO<sub>2</sub> sono misurate attraverso il *Life Cycle Assessment (LCA)* che è una metodologia standardizzata, e riconosciuta a livello internazionale, che valuta i danni ambientali e le risorse consumate durante il ciclo di vita di un prodotto<sup>44</sup>.

Le norme tecniche per sviluppare il *Life Cycle Assessment* sono state codificate dalla *International Organization for Standardization (ISO)* e dalla Commissione Europea, con il supporto del *Joint Research Centre - JRC*, che hanno reso disponibili strumenti e dati per implementarle<sup>45</sup>.

Figura 38. Coefficienti di conversione dei gas serra in CO<sub>2</sub> equivalenti

| Gas serra            | Formula chimica  | GWP100         |
|----------------------|------------------|----------------|
| Diossido di carbonio | CO <sub>2</sub>  | 1              |
| Metano               | CH <sub>4</sub>  | 21             |
| Protossido di azoto  | N <sub>2</sub> O | 310            |
| Idrofluorocarburi    | HFCs             | 124 – 14.800   |
| Esalfluoro di zolfo  | SF <sub>6</sub>  | 22.800         |
| Perfluorocarburi     | PFCs             | 7.390 – 12.200 |

Fonte: European Commission, European Platform of Life Cycle Assessment

Dopo aver individuato i gas emessi lungo le fasi del ciclo di vita di un prodotto, il *Carbon Footprint* è calcolato utilizzando specifici indicatori come il *Global Warming Potential - GWP*. Il GWP rappresenta l'effetto relativo del singolo gas serra sul cambiamento climatico in un arco temporale di 100 anni<sup>46</sup>.

43 Fonte: Energy Information Administration - EIA, World Research Institute - Climate Analysis Indicator Tool, Carbon Dioxide Information Analysis Center, United Nation Framework Convention on Climate Change

44 European Environmental Agency, "A Life Cycle Assessment", 1998

45 Fonte: <http://lca.jrc.ec.europa.eu>

46 Definizione data dall'Intergovernmental Panel on Climate Change. Per i dati di GWP si sono considerati i coefficienti di conversione forniti dalla UE



### 2.1.2 Perché si misura il *Carbon Footprint*?

Esistono principalmente due ragioni per le quali si misura il *Carbon Footprint*:

- contenere e gestire le attuali emissioni con l'obiettivo di ridurle in futuro, in accordo con le politiche ambientali intraprese;
- diffondere e presentare i dati a Enti pubblici e aziende private.

In tal senso per i Governi e per gli Enti sovranazionali è essenziale, *in primis*, quantificare le emissioni totali suddividendole per fonte di emissione di gas serra (trasporti, elettricità, combustione di carburanti, agricoltura, processi industriali) e, secondariamente, identificare e individuare le priorità e le opportunità di riduzione delle stesse.

Per le imprese private, invece, i dati relativi alle emissioni di gas serra possono essere utilizzati a fini di marketing con l'obiettivo di presentarsi ai propri clienti, sempre più sensibili alle tematiche ambientali, come "*carbon neutral*" e quindi presentare i propri prodotti come più sostenibili rispetto alla concorrenza.

Si definisce *carbon neutral* un'impresa che ha un *Carbon Footprint* netto equivalente a zero. Per raggiungere il livello di "emissioni zero" un'impresa deve trovare un bilanciamento tra le emissioni rilasciate nell'atmosfera, relative all'operatività quotidiana del business, e un ammontare equivalente di sottrazione di gas serra dall'atmosfera.

La compensazione può avvenire nei seguenti modi:

- riduzione delle emissioni interne all'impresa;
- produzione di quantitativi di energia rinnovabile (eolica, biomasse, idroelettrica) equivalente a quella non rinnovabile utilizzata nel processo produttivo;
- utilizzo di strumenti finanziari (*carbon offsetting*) per comprare/ vendere dei "permessi di emissione" che certificano che determinate quantità di energia sono state prodotte con fonti rinnovabili.

Anche in questo caso, poiché non è solo la CO<sub>2</sub> che incide sui cambiamenti climatici, in questo contesto può essere utilizzato il termine *climate neutral*.

Esistono due *carbon markets*, uno *compliance* e uno su base volontaria. Il mercato *compliance* si basa sul fatto che le imprese, i governi e altre entità economiche comprano dei "permessi di emissione" per rispettare i limiti di emissioni loro imposti. Nel 2007 l'EU *Emission Trading Scheme* si è confermato il principale mercato di riferimento per diritti di emissione relativi ai gas serra. Oltre 37 miliardi di Euro<sup>47</sup> di certificati sono stati comprati su questo mercato, equivalenti a circa 2,109 miliardi di tonnellate di CO<sub>2</sub>.

Il mercato su base volontaria, invece, si basa sul fatto che gli individui, le imprese e i governi comprano i certificati per mitigare le proprie emissioni di gas serra derivanti dall'utilizzo di mezzi di trasporto, dal consumo di energia elettrica e da altre fonti. Nel 2007, oltre 190 milioni di Euro di certificati sono stati comprati su questo mercato, equivalenti a circa 42 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>.

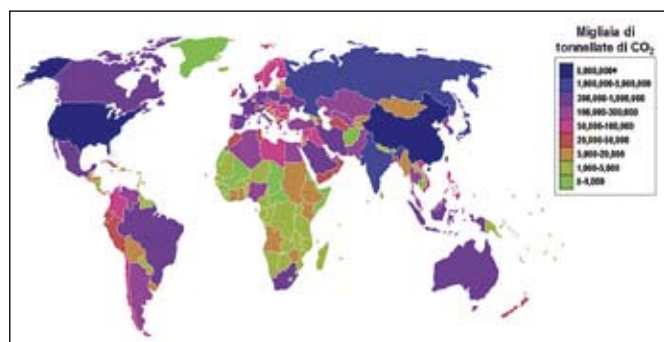
Il presupposto per la compravendita di diritti di emissione/ permessi di emissione è la misurazione delle emissioni di gas serra, cioè la misurazione del *Carbon Footprint*.

### 2.1.3 I dati quantitativi del *Carbon Footprint*

Nel Mondo, Stati Uniti e Cina sono i Paesi che emettono i quantitativi maggiori di gas serra con valori superiori ai 5 miliardi di tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalente.

A livello aggregato, USA, Cina ed Europa rappresentano il 55% delle emissioni mondiali di gas serra. Aggiungendo la Russia, l'India e il Giappone tale percentuale supera il 70%.

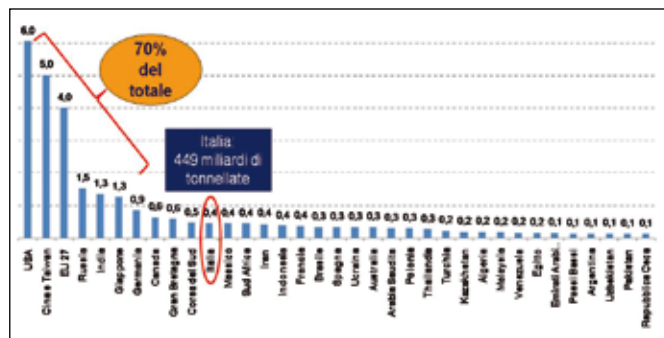
Figura 39. Emissioni annuali di gas serra nei vari Paesi del Mondo



Fonte: World Research Institute, Greenhouse Gas Data and International Climate Policy - Climate Analysis Indicators Tool, 2008

In tale contesto, l'Italia è al decimo posto al mondo per emissioni assolute di gas serra.

Figura 40. Principali Paesi nelle emissioni di gas serra nel 2006, in trilioni (1.000 miliardi) di tonnellate

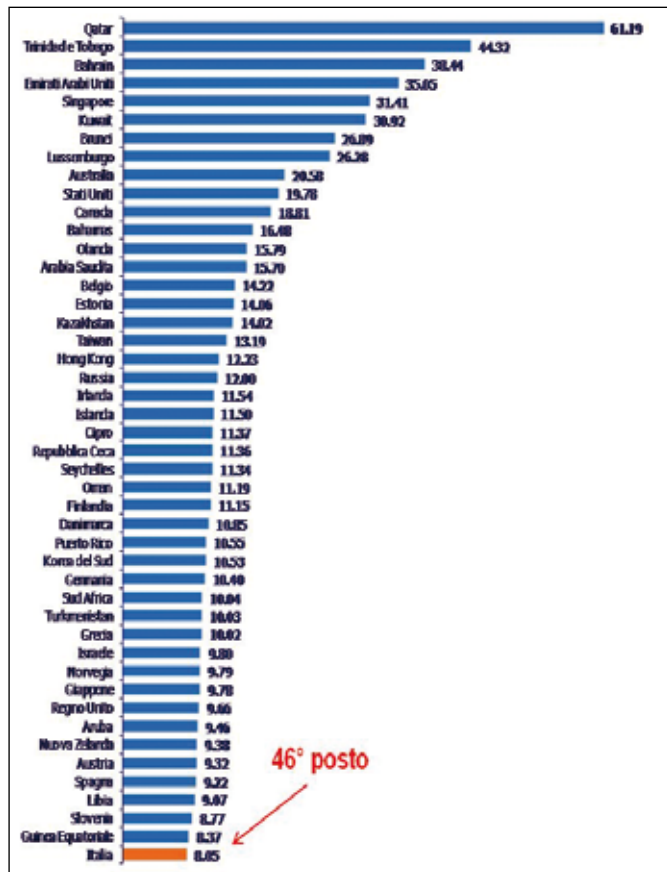


Fonte: World Research Institute - Climate Analysis Indicator Tool

47 Fonte: elaborazioni The European House-Ambrosetti su dati The World Bank, State and Trends of the Carbon Market, Washington, 2008

A livello di emissioni pro-capite, invece, l'Italia si colloca al 46° posto nel Mondo<sup>48</sup>.

Figura 41. Emissioni pro capite di gas serra nel 2006, in tonnellate



Fonte: World Research Institute - Climate Analysis Indicator Tool

Analizzando i dati relativi all'incremento di emissioni avvenuto dal 1990 al 2006 emerge come la Cina, gli Stati Uniti e l'India siano i Paesi maggiormente responsabili dell'incremento delle emissioni di gas serra a livello mondiale.

La variazione mondiale delle emissioni nel periodo compreso tra il 1990 e il 2006 è stata di 7,5 miliardi di tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalente, di cui oltre 5,3 sono riconducibili a Cina, India e Stati Uniti che sono, quindi, responsabili del 70% dell'aumento mondiale delle emissioni di gas serra negli ultimi 16 anni.

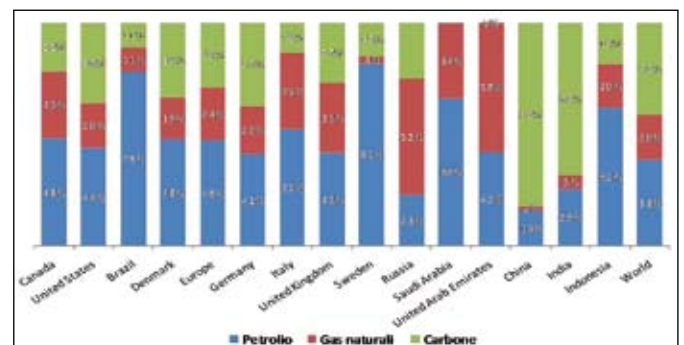
Figura 42. Variazione delle emissioni di gas serra nel periodo compreso tra il 1990 e il 2006

| Paese          | Var. emissioni 1990-2006 (in milioni di tonnellate) | Var. % emissioni '90-'06 | Paese                | Var. emissioni 1990-2006 (in milioni di tonnellate) | Var. % emissioni '90-'06 |
|----------------|---|--------------------------|----------------------|---|--------------------------|
| Mondo          | 7.512   | +35%                     | Messico              | 133   | 44%                      |
| Cina           | 3.724   | 162%                     | Indonesia            | 129   | 85%                      |
| USA            | 874   | 17%                      | Turchia              | 106   | 82%                      |
| India          | 710   | 122%                     | Malesia              | 98  | 151%                     |
| Corea del Sud  | 271   | 111%                     | Singapore            | 83  | 144%                     |
| Iran           | 269   | 133%                     | Vietnam              | 74  | 430%                     |
| Arabia Saudita | 216   | 104%                     | Emirati Arabi Uniti  | 70  | 89%                      |
| Giappone       | 193   | 18%                      | Argentina            | 60  | 58%                      |
| Taiwan         | 182   | 153%                     | Egitto               | 59  | 64%                      |
| Thailandia     | 161   | 192%                     | Pakistan             | 59  | 87%                      |
| Australia      | 147   | 55%                      | <b>Italia</b>        | <b>52</b>   | <b>13%</b>               |
| Sud Africa     | 143   | 47%                      | Francia              | 49  | 13%                      |
| Brasile        | 140   | 59%                      | <b>Gran Bretagna</b> | <b>-19</b>  | <b>-3.2%</b>             |
| Canada         | 139   | 29%                      | <b>Germania</b>      | <b>-131</b>   | <b>-13.3%</b>            |
| Spagna         | 136   | 57%                      | <b>Russia</b>        | <b>-352</b>   | <b>-17%</b>              |

Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti su dati Energy Information Administration

Una delle principali cause legate al forte incremento delle emissioni di Cina e India è riconducibile al forte sviluppo economico avvenuto negli ultimi vent'anni, ma anche all'utilizzo prevalente del carbone che, nonostante i progressi tecnologici, rimane il combustibile fossile che emette più CO<sub>2</sub>.

Figura 43. Mix energetico di alcuni Paesi nel 2006



Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti su dati WRI e EIA

## 2.1.4 Possibili soluzioni alla riduzione delle emissioni di gas serra

Il cambiamento del mix energetico, le fonti di energia rinnovabile e l'incremento dell'efficienza energetica, sono le principali soluzioni per ridurre i gas serra<sup>49</sup>.

Si consideri che un ufficio di dimensioni medio/piccole consuma 15.000 KWh di corrente ogni anno, equivalenti all'emissione di 6,5 tonnellate di CO<sub>2</sub> in atmosfera. Alcune possibili soluzioni sono<sup>50</sup>:

- l'utilizzo di **energia eolica**. A oggi, infatti, esistono molte possibilità di installare impianti eolici. La produzione di energia è di 1 KW per i micro aerogeneratori e fino a 3 MW per le turbine. In circostanze normali una turbina eolica di 6 KWh, formata da una lama rotante e un generatore, produce oltre 15.000 KWh all'anno, che è il fabbisogno energetico di un ufficio;

48 Fonte: Rielaborazioni The European House-Ambrosetti su dati WRI e EIA. Dalla classifica sono stati esclusi quegli stati con un numero di abitanti inferiore a 100 mila. Qualora si considerassero anche quelli l'Italia scenderebbe al 59° posto. Sono stati esclusi: Gibilterra, Isole Vergini, Antille Olandesi, Faroe, Nauru, Pierre e Miquelon, New Caledonia, Guam, Greenland, America Samoa, Bermuda, Antigua e Barbuda, Isole Cayman

49 "World Energy Outlook", Energy Technology Perspectives, EIA, 2008

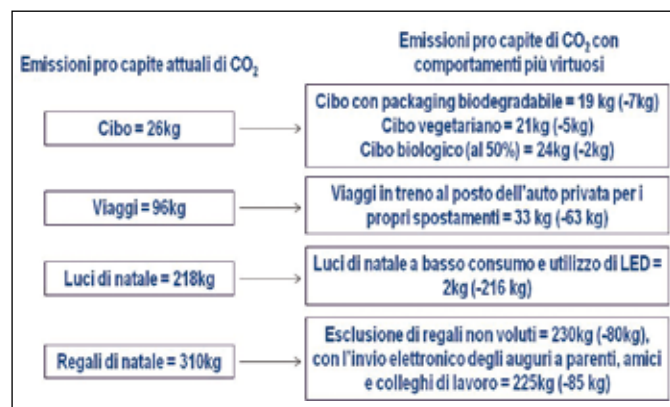
50 Fonte: Carbon Trust, Renewable energy sources, 2006

■ l'utilizzo di **energia solare**. I pannelli fotovoltaici possono essere installati sui tetti degli edifici o su supporti a terra. La produzione di energia dipende da vari fattori quali l'irraggiamento, lo spettro di luce, la temperatura, ecc. Un tipico sistema fotovoltaico genera 1,5-2 KW picco per 10-15m<sup>2</sup> di superficie. In circostanze normali un ufficio con 40m<sup>2</sup> di superficie fotovoltaica sul tetto produce oltre il 20% del fabbisogno energetico annuale.

Oltre all'utilizzo di fonti di energia rinnovabile, anche comportamenti "meno eccessivi" aiutano il pianeta.

Ad esempio, durante le festività natalizie (24, 25 e 26 dicembre) il consumo di cibo, i viaggi, l'acquisto dei regali e l'illuminazione pubblica e privata producono circa 650 kg di CO<sub>2</sub>, equivalenti al 6%-7% delle emissioni annuali di CO<sub>2</sub> di un cittadino europeo. L'adozione di comportamenti sostenibili a livello ambientale ridurrebbe l'emissione totale di CO<sub>2</sub> equivalente dagli attuali 650 kg per persona a circa 280 kg per persona.

Figura 44. Esempio di comportamenti sostenibili a livello ambientale



Fonte: Stockholm Environment Institute, *The Carbon Cost of Christmas*, 2007

In aggiunta a questi specifici comportamenti nel periodo natalizio, l'adozione di altri comportamenti più sostenibili a livello ambientale, che producono anche un risparmio diretto monetario in capo al cittadino, comporterebbe una contrazione delle emissioni totali di circa il 30%.

Alcuni esempi di questi comportamenti, e i relativi risparmi di CO<sub>2</sub> in un anno, sono:

- programmare il termostato in modo tale da spegnere il riscaldamento di notte e quando non si è in casa → 440 kg di CO<sub>2</sub>;
- installare finestre con doppi vetri → 350 kg di CO<sub>2</sub>;
- assicurarsi che i serramenti di casa isolino bene l'ambiente → 650 kg di CO<sub>2</sub>;
- verificare che i nuovi elettrodomestici acquistati siano di classe A → 210 kg di CO<sub>2</sub>;

- spegnere la luce nelle stanze in cui non serve → 270 kg di CO<sub>2</sub>;
- sostituire le lampadine a incandescenza con quelle a basso consumo → 250 kg di CO<sub>2</sub>;
- utilizzare la lavatrice solo a pieno carico → 45 kg di CO<sub>2</sub>;
- bollire un quantitativo d'acqua sufficiente per le bevande calde → 25 kg di CO<sub>2</sub>;
- chiudere il rubinetto mentre ci si lava i denti → 3 kg di CO<sub>2</sub>;
- usare borse della spesa riutilizzabili → 8 kg di CO<sub>2</sub>;
- stampare solo i documenti realmente necessari → 7 kg di CO<sub>2</sub>;
- preferire nell'acquisto automobili con minori consumi → 660 kg di CO<sub>2</sub>;
- assicurarsi che la pressione delle gomme sia corretta → 140 kg di CO<sub>2</sub>.

Le emissioni annuali pro capite in Europa sono pari a circa 10 tonnellate. L'adozione di questi comportamenti produrrebbe una riduzione del 30% delle emissioni di gas serra, equivalenti a 3 tonnellate pro capite con indubbi benefici anche sulla spesa delle famiglie.

## 2.2 Ecological Footprint: risultati globali, confronti internazionali e scenari futuri

L'*Ecological Footprint* (impronta ecologica) è un indicatore statistico che mette in relazione il consumo umano di risorse naturali con la capacità del nostro pianeta di rigenerarle. Questo indice infatti misura l'area biologicamente produttiva (di mare e terra) necessaria per produrre le risorse consumate dall'uomo e per assorbire i rifiuti che genera<sup>51</sup>.

Per il calcolo dell'*Ecological Footprint* si considerano 6 categorie principali di territorio:

- **cropland** (terreno agricolo): si tratta della superficie arabile utilizzata per la produzione di alimenti e altri beni;
- **grazing land** (pascoli): si tratta della superficie destinata all'allevamento;
- **forest** (foreste): si tratta della superficie destinata alla produzione di legname e carta;
- **built-up land** (superficie edificata): si tratta della superficie dedicata agli insediamenti abitativi, agli impianti industriali, alle aree per servizi, alle vie di comunicazione, ecc.;
- **fishing ground** (mare): si tratta della superficie marina dedicata alla crescita di risorse per la pesca;
- **energy land** (terreno per l'energia): si tratta dell'area di foresta necessaria per assorbire l'anidride carbonica prodotta dall'utilizzo di combustibili fossili.

Le diverse superfici vengono ricondotte a una misura comune, attribuendo a ciascuna un peso proporzionale alla sua produttività media mondiale. In particolare, per calcolare l'*Ecological Footprint* relativo a un insieme di consumi si mette in rela-

<sup>51</sup> Il concetto di impronta ecologica è stato elaborato nella prima metà degli anni '90 dall'ecologo William Rees della British Columbia University e poi approfondito, applicato e largamente diffuso a livello internazionale da Mathis Wackernagel, oggi direttore dell'Ecological Footprint Network. Dal 2000 il WWF aggiorna periodicamente il calcolo dell'impronta ecologica nel suo rapporto biennale *Living Planet Report*, utilizzando i dati predisposti dell'Ecological Footprint Network

zione la quantità di ogni bene consumato (ad esempio grano, riso, mais, cereali, carni, frutta, verdura, radici e tuberi, legumi, ecc.) con una costante di rendimento espressa in kg/ha (chilogrammi per ettaro). Il risultato dell'equazione è una superficie.

Per calcolare invece l'impatto dei **consumi di energia**, questa viene convertita in tonnellate equivalenti di diossido di carbonio, e il calcolo viene effettuato considerando la quantità di area di foresta necessaria per assorbire tali tonnellate di CO<sub>2</sub>.

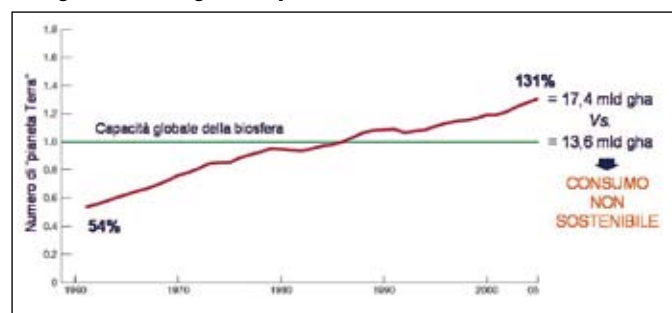
Sommando le diverse componenti si ottiene così l'"**area equivalente**" necessaria per produrre la quantità di biomassa usata da una data popolazione, misurata in "ettari globali" (gha).

Come si può osservare dalla figura seguente, nel 1961 l'umanità usava appena il 54% della capacità globale della terra, mentre nel 2005 (ultimo anno disponibile) si è passati al 131%.

Ciò significa che **l'uomo sta consumando più risorse rinnovabili** (pari a 17,4 miliardi di ettari globali ogni anno) **di quanto potrebbe nel medio/ lungo termine** (13,6 miliardi di ettari globali, che rappresenta la capacità globale della biosfera), cioè **sta intaccando il proprio capitale naturale**.

L'umanità si trova in una situazione di **overshoot ecologico** a partire dalla metà degli anni '80 e tale situazione non appare sostenibile, in quanto implica un progressivo impoverimento del pianeta, che potrebbe mettere in discussione il livello dei consumi dell'uomo nel prossimo futuro.

Figura 45. L'*Ecological Footprint* dell'umanità, 1961-2005

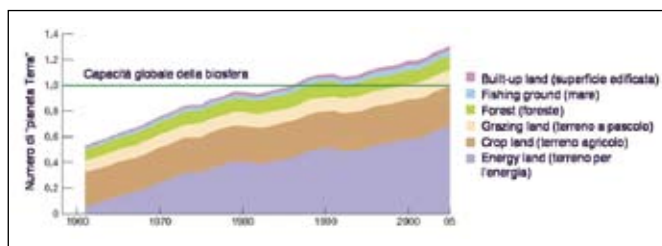


Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti da Ecological Footprint Network, 2009

Attualmente quindi l'umanità avrebbe bisogno di **1,3 volte il pianeta Terra** per sostenere i propri consumi e assorbire i propri rifiuti (ciò significa che alla Terra occorrono un anno e 4 mesi circa per rigenerare le risorse consumate dall'uomo in un anno e assorbitarne i rifiuti). Attraverso l'*Ecological Footprint* infatti è possibile stimare "quanti pianeta Terra" servirebbero per sostenere l'umanità, qualora tutti vivessero secondo un determinato stile di vita. Ad esempio, se tutta la popolazione mondiale vivesse secondo lo stile di vita dell'**Americano medio**, l'umanità avrebbe bisogno di oltre **4,5 pianeta Terra**. Se lo stile di vita adottato fosse invece quello della media dei **cittadini italiani**, occorrerebbero **2,3 pianeta Terra**.

Analizzando il peso delle componenti dell'*Ecological Footprint* globale del 2005 (Figura 46), la componente quantitativamente più rilevante è rappresentata dall'*energy land*, seguita dal terreno agricolo e dai pascoli. L'*energy land* è anche l'unica componente cresciuta in modo rilevante negli anni, essendo passata da valori molto modesti negli anni '60 al 68% circa della capacità globale della biosfera nel 2005.

Figura 46. L'*Ecological Footprint* dell'umanità per componente, 1961-2005

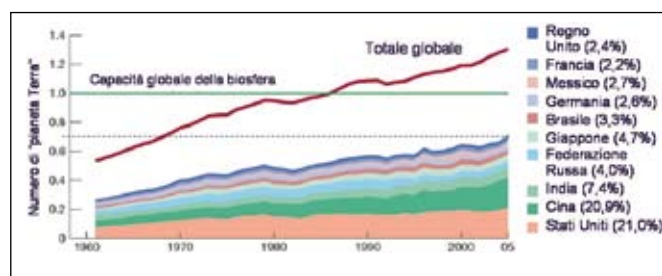


Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti da Ecological Footprint Network

A livello di singoli Paesi (Figura 47), **Stati Uniti e Cina** rappresentano i due Paesi con il maggior *Ecological Footprint*, pari al **21% circa della capacità della Terra**. La performance dei primi è dovuta soprattutto a un valore pro capite tra i più elevati al mondo, mentre quella della seconda alla numerosità della sua popolazione. Al terzo posto si trova invece l'India con il 7% circa. L'**Italia** consuma invece il 2,1% della capacità globale della biosfera.

È da sottolineare inoltre che la Cina è anche il Paese che ha registrato la crescita più rapida del valore dell'*Ecological Footprint* negli ultimi 40 anni e che i primi 10 Paesi sono responsabili del consumo di circa il 70% della capacità globale dell'intera biosfera.

Figura 47. L'*Ecological Footprint* dell'umanità per Paese, 1961-2005



Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti da Ecological Footprint Network, 2009

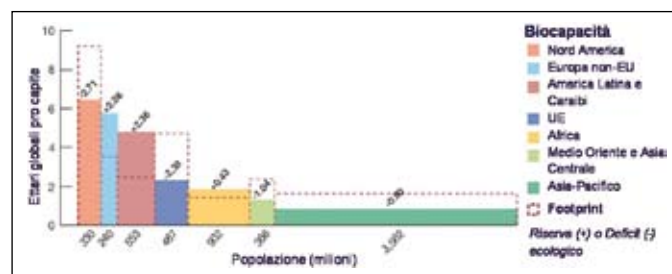
Passando ad analizzare l'*Ecological Footprint* pro capite, il **livello medio globale ammonta a 2,7 ettari globali**, a fronte di una capacità della biosfera pro capite di 2,1 ettari globali. Pertanto il deficit ecologico risulta pari a 0,6 ettari per persona.

Tuttavia si riscontrano profonde differenze tra aree geografiche e Paesi. La figura successiva mostra le **regioni in deficit** (Nord America, Unione Europea, Medio Oriente e Asia Centrale, Asia e Pacifico) e quelle in **surplus** (Paesi europei non appartenenti alle regioni in deficit).



nenti all'UE, America Latina e Caraibi e Africa), con l'indicazione della popolazione mondiale residente in tali aree.

Figura 48. Biocapacità ed *Ecological Footprint* dell'umanità per regione, 2005

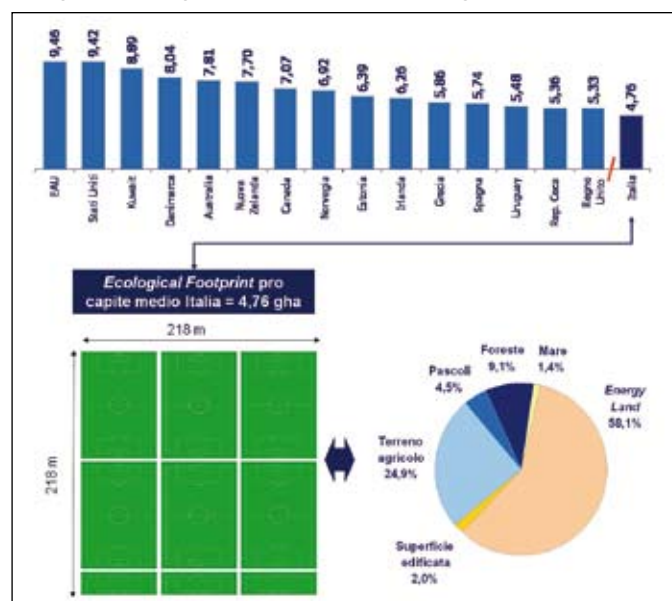


Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti da Ecological Footprint Network, 2009

I Paesi con il più elevato *Ecological Footprint* pro capite sono gli Emirati Arabi Uniti e gli Stati Uniti. Tra i primi 15 Paesi figurano anche alcuni paesi del nord Europa (come Danimarca, Norvegia, Estonia e Irlanda) e del sud Europa (Grecia e Spagna). L'Italia invece si trova in 24° posizione, con un *Ecological Footprint* di 4,76 ettari globali per persona.

L'*Ecological Footprint* di ogni italiano rappresenta in media un'area che, se immaginata come una semplice superficie, sarebbe equivalente a un quadrato di oltre 218 metri di lato, pari a più di 6 campi da calcio. Per considerare le varie componenti dell'*Ecological Footprint* si immagini tale superficie coperta per l'1,4% da mare, per il 9,1% da foreste, per il 24,9% da terreni agricoli, per il 4,5% da pascoli, per il 2% da superfici edificate (città, strade, infrastrutture), e per ben il 58,1% da aree coperte da foresta necessarie per l'assorbimento dell'anidride carbonica.

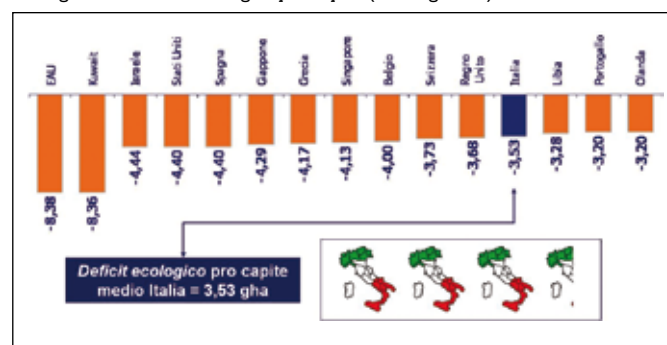
Figura 49. *Ecological Footprint* pro capite (ettari globali), 2005



Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti da Ecological Footprint Network, 2009

Per valutare la sostenibilità dei consumi di ciascun Paese il valore dell'*Ecological Footprint* pro capite deve essere confrontato con quello della biocapacità del territorio nazionale, che varia in funzione delle risorse disponibili. La figura seguente mostra i primi 15 Paesi per deficit ecologico e l'Italia si trova in 12° posizione, con 3,53 ettari globali pro capite. Pertanto, sarebbero necessarie più di "3 Italie" per soddisfare i nostri consumi.

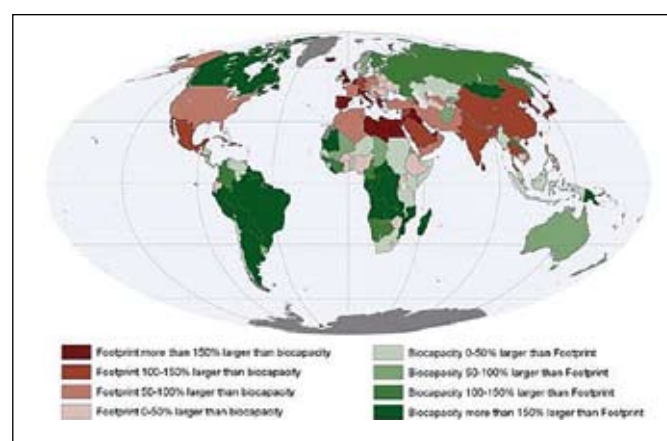
Figura 50. Deficit ecologico pro capite (ettari globali), 2005



Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti da Ecological Footprint Network, 2009

A livello globale si può così distinguere tra Paesi debitori (che utilizzano più risorse di quelle a disposizione del proprio territorio) e Paesi creditori (Figura 51). L'aumento della pressione sulla disponibilità di risorse a livello mondiale potrebbe in futuro far emergere tale fattore a livello geopolitico e determinare pesantemente la competitività e il benessere di ciascun Paese.

Figura 51. La mappa globale dei Paesi debitori e dei Paesi creditori in termini di *Ecological Footprint*

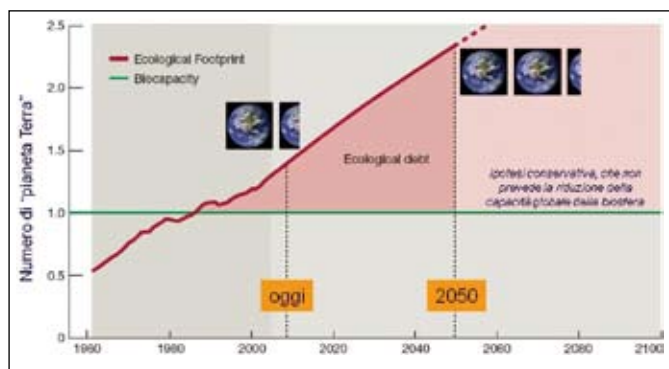


Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti da Ecological Footprint Network, 2009

Infine, appare interessante osservare gli scenari futuri di crescita dell'*Ecological Footprint*. Applicando le stime di crescita economica e demografica globale (elaborate dall'ONU), di emissioni di CO<sub>2</sub> (elaborate dall'IPCC) e di consumi (elaborate dalla FAO), lo scenario elaborato dall'*Ecological Footprint Network* per il 2050 indica che l'umanità dovrà far fronte a un debito eco-

logico tale per cui sarebbero necessari più di 2 pianeta Terra per sostenere propri consumi ed assorbire i rifiuti prodotti.

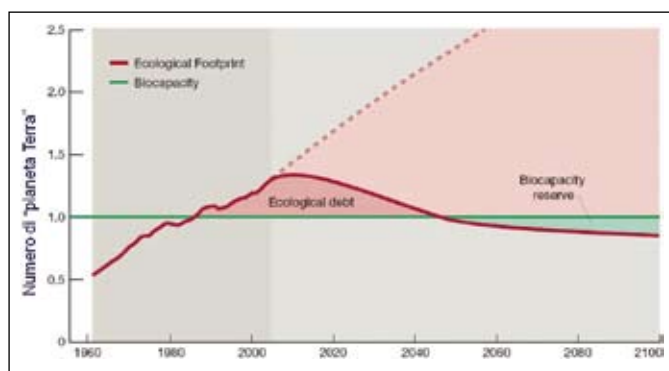
Figura S2. Scenario "business-as-usual" e debito ecologico



Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti da Ecological Footprint Network, 2009

La figura seguente mostra invece la possibilità di una **rapida transizione verso la costituzione di una riserva biologica**, con una progressiva riduzione dell'*Ecological Footprint* globale rispetto al livello attuale. Tale percorso prevede l'applicazione di un **insieme di strategie**, tra loro coordinate e complementari, legate alla riduzione dei consumi e a un **cambiamento virtuoso degli stili di vita**, alla riduzione delle emissioni e all'**incremento dell'efficienza e della produttività** delle diverse attività dell'uomo (relativamente all'agricoltura, all'industria, ai trasporti, ecc.), attraverso investimenti in nuove tecnologie e infrastrutture più moderne.

Figura S3. Scenario di ritorno alla sostenibilità



Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti da Ecological Footprint Network, 2009

L'Unione Europea ritiene l'*Ecological Footprint* un **indicatore molto efficace per valutare e comunicare i progressi compiuti dalla propria Sustainable Use of Natural Resources Stra-**

tegy<sup>52</sup>, strategia lanciata nel 2005 che riconosce per l'Europa la necessità di incrementare l'efficienza nell'utilizzo delle risorse naturali, in quanto elemento imprescindibile per il suo sviluppo economico futuro e la conservazione dell'ambiente. L'*Ecological Footprint*, per il quale l'UE si impegna a supportare un ulteriore sviluppo ed affinamento della metodologia di calcolo ed elaborazione dei dati, è infatti ricompreso in un set di pochi indicatori destinati a monitorare con continuità gli aspetti di sostenibilità ambientale degli Stati Membri.

### 3. LO SCENARIO DELLE POLITICHE INTERNAZIONALI

Come delineato all'interno dell'ampia sezione del presente documento dedicato alla rappresentazione sintetica delle principali evidenze scientifiche relative alle modifiche degli equilibri climatici in atto e alle loro possibili cause, il **cambiamento climatico** rappresenta una delle principali **minacce ambientali, sociali ed economiche** che il nostro pianeta deve affrontare.

Benché non esistano ancora certezze assolute in merito alle sue cause, la comunità scientifica internazionale esprime un consenso piuttosto diffuso rispetto alla tesi che l'evolvere del clima dipenda in misura significativa dal **condizionamento delle attività umane**. Questa convinzione, fatta propria dalla maggior parte dei Governi, ha portato all'avvio di un processo di negoziazione internazionale - tuttora in corso - finalizzato alla riduzione delle emissioni globali di gas a effetto serra.

Si tratta, appare quasi superfluo sottolinearlo, di processi di negoziazione estremamente complessi, che rappresentano una sfida diplomatica senza precedenti nella storia, date le notevoli disparità in termini di emissioni e di reddito *pro capite* esistenti tra i vari Paesi, e la conseguente esigenza, da parte di ciascun Governo, di tutelare i propri interessi specifici.

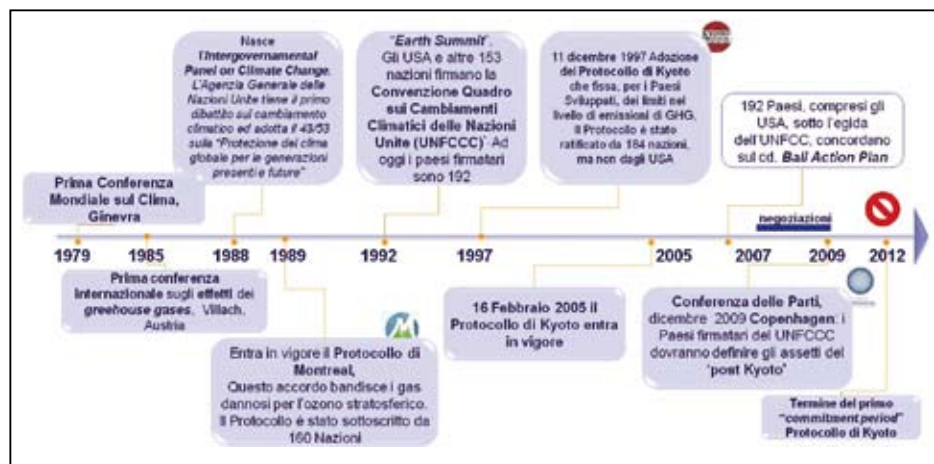
Non esiste, d'altronde, alternativa alla via diplomatica. Gli incontri intergovernativi attualmente in corso rappresentano l'unica strada percorribile per giungere a un abbattimento delle emissioni in misura sufficiente a superare il problema.

Il raggiungimento di risultati concreti quali esito di attività negoziali non è però più prorogabile, soprattutto perché alcuni gas serra hanno cicli di vita molto lunghi nell'atmosfera - anche dell'ordine di migliaia di anni - e un taglio odierno nelle emissioni porterebbe solo lenti miglioramenti, dato il protrarsi degli effetti negativi nel tempo, secondo un principio di inerzia.

52 "[...] The Ecological Footprint could be an effective indicator for assessing and communicating progress toward the policy objectives of the EU's Resource Strategy. [...]". Fonte: "Potential of the Ecological Footprint for monitoring environmental impacts from natural resource use. Analysis of the potential of the Ecological Footprint and related assessment tools for use in the EU's Thematic Strategy on the Sustainable Use of Natural Resources". Report to the European Commission, DG Environment, Maggio 2008

53 "Potential of the Ecological Footprint for monitoring environmental impacts from natural resource use. Analysis of the potential of the Ecological Footprint and related assessment tools for use in the EU's Thematic Strategy on the Sustainable Use of Natural Resources". Report to the European Commission, DG Environment, May 2008

Figure S4. Timeline degli interventi Internazionali



Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti da diversi documenti

Benché il negoziato internazionale sul cambiamento climatico sia stato ufficialmente inaugurato già 30 anni fa (nel 1979) con la convocazione della prima **"Conferenza Mondiale sul Clima"**<sup>54</sup> – che si concluse con l'approvazione di una solenne dichiarazione con la quale tutti i governi del mondo furono invitati ad agire in modo da prevenire eventuali interferenze delle attività umane sugli andamenti naturali del clima – è solo negli anni '80 che i vari attori politici hanno sperimentato per la prima volta la via negoziale ai fini della realizzazione di accordi congiunti vincolanti per fronteggiare i problemi climatici.

Il 22 marzo 1985 venne ratificata la **Convenzione di Vienna per la protezione dello strato di ozono** e, a seguire, il **Protocollo di Montreal** relativo alla riduzione delle sostanze nocive per l'ozono atmosferico.

Grazie soprattutto al forte sostegno dell'allora Presidente degli Stati Uniti, Ronald Reagan, e all'adesione di più di 190 Paesi, il Protocollo definì un programma che ha permesso negli anni immediatamente successivi di ridurre drasticamente la produzione di clorofluorocarburi (CFC) e di altre sostanze utilizzate negli apparecchi refrigeranti, negli aerosol e negli agenti antincendio. Dal picco registrato intorno agli anni '90, infatti, la produzione di CFC risulterà del tutto azzerata intorno al 2010.

In letteratura, il **Protocollo di Montreal** viene definito come **l'accordo ambientale più riuscito al Mondo** e come **un modello cui ispirarsi per la conduzione dei prossimi negoziati sul clima**.

Tralasciando l'approfondimento dell'attività diplomatica

precedente, il vero punto di partenza del processo di negoziazione internazionale relativo al *climate change* può essere considerato il cosiddetto **"Earth Summit"** di Rio de Janeiro, organizzato nel 1992 dalle Nazioni Unite. Da esso è scaturita la **Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sul Cambiamento Climatico (United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC)**. Approvata il 9 maggio 1992 ed entrata in vigore, come atto di diritto internazionale, nel 1994, la Convenzione è stata firmata e ratificata dalla quasi totalità dei Paesi

del mondo<sup>55</sup>. La Convenzione rappresenta ancora oggi il punto di riferimento imprescindibile nella lotta al riscaldamento globale e alle sue conseguenze.

Questo documento si propone ufficialmente di:

*"(...) ottenere una stabilizzazione delle concentrazioni atmosferiche di gas serra a un livello tale da prevenire pericolose interferenze antropiche col sistema climatico. Tale livello di stabilizzazione dovrebbe essere raggiunto in un lasso di tempo tale da permettere agli ecosistemi di adattarsi in modo naturale ai cambiamenti del clima, tale da garantire che la produzione alimentare per la popolazione mondiale non venga messa a repentaglio e tale, infine, da consentire che lo sviluppo socio-economico mondiale possa procedere in modo sostenibile (...)"*<sup>56</sup>.

Inoltre, la Convenzione ha fissato due **principi fondamentali**<sup>57</sup> che, da allora, sono diventati punti di riferimento per tutte le successive trattative internazionali sul clima:

#### 1. Principio della responsabilità comune ma differenziata.

Sancisce per tutti i Paesi la responsabilità per le conseguenze sul clima e sull'ambiente globale dei propri comportamenti. Tale responsabilità, tuttavia, differisce fra i vari Paesi sia per motivi storici, sia in relazione alle condizioni di sviluppo socio-economico e alle capacità attuali di "perturbare l'ambiente" globale<sup>58</sup>.

Questo principio, che ha guidato l'assunzione e l'attuazione di impegni e obblighi da parte dei diversi Paesi, implica che i Paesi industrializzati debbano prendere l'iniziativa nella lotta contro il cambiamento climatico e nel fronteggiare le sue conseguenze, impegnandosi maggiormente rispetto ai Paesi in via di sviluppo.

54 Alla conclusione della Conferenza i governi di tutto il mondo vennero invitati a "evitare potenziali cambiamenti climatici originati dall'uomo che potrebbero avere ripercussioni negative sul benessere dell'umanità". Un altro esito della conferenza fu l'adozione di un Programma mondiale di ricerca sul clima (WCRP) che sarebbe stato sostenuto dall'Organizzazione meteorologica mondiale (OMM), dal Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente (UNEP) e dal Consiglio internazionale delle società scientifiche (ICSU)

55 La Convenzione è stata ratificata da 192 Paesi. Fonte: <http://unfccc.int/2860.php>

56 Art. 2 "United Nations Framework Convention on Climate Change", United Nations, 1992

57 Art. 3 UNFCCC: "The Parties should protect the climate system for the benefit of present and future generations of humankind, on the basis of equity and in accordance with their common but differentiated responsibilities and respective capabilities. Accordingly, the developed country Parties should take the lead in combating climate change and the adverse effects thereof"

58 Art. 3 "United Nations Framework Convention on Climate Change", United Nations, 1992; A. Pasini et al., "Kyoto e dintorni. I cambiamenti climatici come problema globale", Franco Angeli, 2006



2. **Principio di equità.** Si articola in tre aspetti. Innanzitutto è da intendersi come partecipazione di tutti i Paesi alla definizione delle strategie e delle decisioni da prendere („*equitable and balanced representation of all Parties within a transparent system of governance*“). In secondo luogo è inteso come cooperazione fra i vari Paesi per l’attuazione concordata delle decisioni assunte („*the need for equitable and appropriate contributions by each of these Parties to the global effort regarding that objective*“). Infine, l’equità è intesa come consenso sulle priorità da dare alle decisioni e alla loro realizzazione per salvaguardare le future generazioni („*The Parties should protect the climate system for the benefit of present and future generations of humankind*“).<sup>59</sup>

La Convenzione individua tre gruppi di Paesi come destinatari delle sue disposizioni:

- **Annex I**, vale a dire i Paesi membri OECD nel 1992 e i Paesi con economie in transizione (Federazione Russa, Stati Baltici e Paesi dell’Europa Centro-Orientale);
- **Annex II**, vale a dire i Paesi membri OECD nel 1992;
- **non-Annex I**, vale a dire l’insieme di tutti i Paesi rimanenti (cd. Paesi in via di sviluppo).

Tale classificazione, tutt’oggi utilizzata in sede di negoziazione internazionale, costituisce una delle modalità concrete di attuazione dei principi delineati, rendendo possibile l’adozione di linee di azione diverse da parte di blocchi omogenei di Paesi.

Per l’UNFCC fronteggiare i rischi comuni significa, in particolare, adottare **due specifiche strategie**: la strategia definita di “**mitigazione dei cambiamenti climatici**” e la “**strategia di adattamento ai cambiamenti climatici**”.

La **strategia di mitigazione** ha l’obiettivo di agire sulle **cause** del cambiamento climatico e in particolare sulla riduzione e sulla stabilizzazione delle emissioni e della concentrazione di gas serra presenti in atmosfera provenienti dalle attività antropiche. Il successo di questa strategia è legato a un’azione globale, e dunque necessariamente internazionale.

La **strategia di adattamento**, invece, ha l’obiettivo di agire sugli **effetti** del cambiamento climatico, attraverso la predisposizione di piani, programmi, azioni e misure tali da minimizzare le conseguenze negative causate dai cambiamenti climatici; tali cioè da ridurre la vulnerabilità territoriale e socio-economica ai danni, effettivi e/o potenziali, provenienti dai cambiamenti climatici. L’attuazione di tale strategia, per la sua natura intrinseca, richiede il coordinamento di azioni realizzate a livello locale.

Figura 55. Le strategie di mitigazione e adattamento



Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti da diversi documenti

Durante la Conferenza è stato più volte sottolineato che mitigazione e adattamento vanno intese come strategie complementari e non alternative.

La Convenzione, a causa della sua natura legislativa, non stabilisce nel dettaglio quali azioni debbano essere implementate e da chi, e neppure il lasso di tempo richiesto. Tale attuazione operativa è demandata ad altri strumenti operativi legalmente vincolanti.

### 3.1 Il protocollo di Kyoto

Il **protocollo di Kyoto** si inserisce in questo contesto, quale successivo passaggio nel contrasto delle conseguenze dei cambiamenti climatici, quale **strumento legalmente vincolante** sia per i Paesi industrializzati sia per quelli la cui economia è in transizione.

Il Protocollo di Kyoto, adottato l’11 dicembre 1997 a conclusione della terza sessione plenaria della Conferenza delle parti (COP3)<sup>60</sup>, indica gli obiettivi internazionali per la **riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra**, considerati i principali responsabili del riscaldamento globale del pianeta e conseguentemente delle modificazioni dell’andamento climatico globale.

Il Protocollo di Kyoto impegna i Paesi industrializzati e quelli con economia in transizione a ridurre complessivamente del **5,2%** rispetto ai valori del 1990<sup>61</sup> i livelli di emissione dei principali gas con effetto serra prodotti da attività antropiche nel periodo compreso tra il 2008 e il 2012 (cd. *commitment period*).

I gas a effetto serra presi in considerazione dal Protocollo sono sei<sup>62</sup>:

- diossido di carbonio (CO<sub>2</sub>);
- metano (CH<sub>4</sub>);

<sup>59</sup> A. Pansini et al., “Kyoto e dintorni. I cambiamenti climatici come problema globale”, Franco Angeli, 2006

<sup>60</sup> Nel 1994, dopo l’entrata in vigore dell’UNFCCC le delegazioni dei Paesi contraenti decisero di incontrarsi annualmente nella Conferenza delle Parti (COP), definita quale organo decisionale e di controllo dell’applicazione dell’UNFCCC. Il Protocollo di Kyoto venne adottato al termine della COP 3 tenutasi a Kyoto, in Giappone. Nel Corso delle 2 COP precedenti, le “Parti” non riuscirono a trovare un accordo su come dare attuazione ai generici impegni indicati nella Convenzione di Rio (UNFCCC)

<sup>61</sup> La quantità di emissioni annue riferita al 1990 (o al 1995 per i Paesi ad economia in transizione) viene definita “baseline”

<sup>62</sup> Tutti i GHG sono convertiti in unità equivalenti di diossido di carbonio (CO<sub>2eq</sub>) attraverso dei fattori di conversione legati all’effetto serra (o potere riscaldante, warming power) relativo a ciascun gas

- protossido di azoto (N<sub>2</sub>O);
- idrofluorocarburi (HFC);
- idrocarburo perfluorato (PFC);
- esafluoruro di zolfo (SF<sub>6</sub>).

La riduzione media complessiva del 5,2% **non è stata ripartita in modo uguale tra tutti i Paesi**. Infatti, per i Paesi dell'Unione Europea la riduzione complessiva è fissata per l'8%<sup>63</sup>, per gli Stati Uniti del 7% e per il Giappone del 6%. Nessuna riduzione, ma solo la stabilizzazione, è stata prevista per la Federazione Russa, la Nuova Zelanda e l'Ucraina. Possono invece aumentare le loro emissioni fino all'1% la Norvegia, fino all'8% l'Australia e fino al 10% l'Islanda.

Figura 56. Target di riduzione delle emissioni secondo il Protocollo di Kyoto

| Paesi           | Status di ratificazione del Protocollo | Target di riduzione delle emissioni (%) |
|-----------------|--|---|
| EU-15           | Sì                                     | -8%                                     |
| Bielorussia     | Sì                                     | -8%                                     |
| Bulgaria        | Sì                                     | -8%                                     |
| Repubblica Ceca | Sì                                     | -8%                                     |
| Estonia         | Sì                                     | -8%                                     |
| Lettonia        | Sì                                     | -8%                                     |
| Liechtenstein   | Sì                                     | -8%                                     |
| Lituania        | Sì                                     | -8%                                     |
| Monaco          | Sì                                     | -8%                                     |
| Romania         | Sì                                     | -8%                                     |
| Slovacchia      | Sì                                     | -8%                                     |
| Slovenia        | Sì                                     | -8%                                     |
| Svizzera        | Sì                                     | -8%                                     |
| Stati Uniti     | No                                     | -7%                                     |
| Canada          | Sì                                     | -6%                                     |
| Ungheria        | Sì                                     | -6%                                     |
| Giappone        | Sì                                     | -6%                                     |
| Polonia         | Sì                                     | -6%                                     |
| Croazia         | Sì                                     | -5%                                     |
| Nuova Zelanda   | Sì                                     | 0%                                      |
| Russia          | Sì                                     | 0%                                      |
| Ucraina         | Sì                                     | 0%                                      |
| Norvegia        | Sì                                     | 1%                                      |
| Australia       | Sì                                     | 8%                                      |
| Islanda         | Sì                                     | 10%                                     |

Fonte: Kyoto Protocol, United Nations, 1998

Il Protocollo stabilisce anche gli strumenti di attuazione e le modalità attuative. Perciò, la riduzione delle emissioni (mitigazione) può essere attuata attraverso:

- interventi su scala nazionale di riduzione delle emissioni;
- interventi che coinvolgono la comunità internazionale (i cd. meccanismi "flessibili").

Tra gli interventi adottabili su scala nazionale enunciati dal Protocollo possiamo citare: il miglioramento dell'efficienza ener-

getica in settori rilevanti dell'economia nazionale; la protezione e il miglioramento dei meccanismi di rimozione e di raccolta dei gas a effetto serra; la promozione di forme di produzione agricola orientate alla sostenibilità; la ricerca, promozione e sviluppo di forme energetiche rinnovabili e di tecnologie per la cattura e l'isolamento del carbonio; la riduzione progressiva, o eliminazione graduale, delle imperfezioni del mercato, degli incentivi fiscali, delle esenzioni tributarie e dei sussidi, che siano contrari all'obiettivo della Convenzione, in tutti i settori responsabili di emissioni di gas a effetto serra.

I meccanismi "flessibili" introdotti dal Protocollo di Kyoto, invece, sono:

- la *Joint Implementation*, attuazione congiunta tra i Paesi industrializzati e a economia in transizione (Annex I) degli obiettivi di riduzione;
- il *Clean Development Mechanism* (meccanismo di sviluppo pulito), che riguarda la cooperazione tra Paesi industrializzati e a economia in transizione e i Paesi in via di sviluppo;
- l'*Emission Trading*, ovvero il commercio delle quote di emissione.

Tali meccanismi sono sinteticamente descritti nella figura seguente:

Figura 57. I meccanismi flessibili del protocollo di Kyoto

| Meccanismi  | Modalità di funzionamento  |
|---|--|
| <i>Joint Implementation - JI</i> (art. 6)             | Consente ai paesi industrializzati e ad economia in transizione con vincoli di emissione (Annex I) di realizzare progetti per la riduzione delle emissioni di gas-serra in un altro paese con vincoli di emissione (Annex I) e di utilizzare i crediti derivanti, congiuntamente con il paese ospite. I progetti JI sono "operazioni a somma zero" in quanto le emissioni totali permesse nei due paesi rimangono le stesse. |
| <i>Clean Development Mechanism - CDM</i> (art. 12)    | Permette ai paesi industrializzati e ad economia in transizione con vincoli di emissione (Annex I) di acquisire crediti di emissione (CER) attraverso la realizzazione di progetti nei paesi in via di sviluppo (Annex II), che producano benefici ambientali in termini di riduzione delle emissioni di gas-serra e di sviluppo economico e sociale dei Paesi ospiti.   |
| <i>International Emission Trading - IET</i> (art. 17) | Prevede lo scambio dei diritti d'emissione, per aiutare i paesi industrializzati a raggiungere l'obiettivo sostenendo meno spese nonché per incoraggiare gli investimenti in progetti a energia pulita nei paesi in via di sviluppo e nelle economie in transizione.   |

Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti da "Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change", United Nations, 1998

Tra le misure previste nel Protocollo<sup>64</sup>, figurano anche i cd. *sinks* (pozzi), vale a dire lo stoccaggio di carbonio da parte del settore agro-forestale. Questo "meccanismo", in pratica, stabilisce che le emissioni e gli assorbimenti di CO<sub>2</sub> e altri gas serra risultanti dalla costituzione di nuove foreste (*afforestation, reforestation*<sup>65</sup>) e dalla conversione delle foreste in altre forme d'uso del suolo (*deforestazione*), effettuati dopo il 1990, possono essere contabilizzati nei bilanci nazionali delle emissioni e degli assorbimenti di gas serra.

<sup>63</sup> Questo target, attraverso il cd. *Burden Sharing Agreement* è stato successivamente ripartito tra i vari Stati Membri

<sup>64</sup> Articoli 3.3 e 3.4 del Protocollo. L'art. 3 in particolare cita: "Le variazioni nette di gas a effetto serra, relative a emissioni da fonti e da pozzi di assorbimento risultanti da attività umane direttamente legate alla variazione nella destinazione d'uso dei terreni e dei boschi, limitatamente all'imboschimento, al rimboschimento e al disboscamento dopo il 1990". Fonte: "Il Protocollo di Kyoto: della convenzione sui Cambiamenti Climatici", United Nations, 1998

Il Protocollo nel punto 3.4 esplicita poi che è possibile contabilizzare emissioni e assorbimenti di gas serra relativi ad attività umane addizionali. Le attività citate sono le seguenti:

- "Forest management": gestione forestale;
- "Cropland management": gestione dei suoli agrari;
- "Grazing land management": gestione dei prati e pascoli;
- "Revegetation": rivegetazione.

Ogni Paese potrà perciò decidere di includere nei propri bilanci una o più delle quattro attività sopra menzionate, e conseguentemente contabilizzare le variazioni degli *stock* di carbonio a esse legate<sup>66</sup>.

Queste attività sono particolarmente rilevanti e la loro importanza è cresciuta nel tempo poiché ci si è resi conto che attraverso l'uso del territorio e le attività di afforestazione, riforestazione e controllo della deforestazione, si possono realizzare **cospicui assorbimenti di gas a effetto serra**.

A causa dei problemi di computo e di inventario delle emissioni causate dalle attività umane (come ad es. quelle causate dal degrado forestale)<sup>67</sup>, le attività poste in essere dai *sinks* (attività LULUCF, più in generale) sono state oggetto di numerose discussioni<sup>68</sup> sin dall'adozione del Protocollo.

Il Protocollo di Kyoto, tuttavia, ha lasciato molti punti in sospeso, riguardanti soprattutto la definizione di criteri e modalità per la sua applicazione concreta (e per l'applicazione dei relativi meccanismi), che sono perciò stati oggetto dei successivi colloqui tra le Parti. Solo con l'accordo raggiunto a Bonn e finalizzato a Marrakech (COP7) si sono definite con maggior chiarezza le modalità di implementazione dei suoi aspetti chiave.

Il Protocollo, ad oggi<sup>69</sup> ratificato da 184 Paesi (rappresentanti il 63,3% del totale delle emissioni dei Paesi Annex I)<sup>70</sup>, è entrato in vigore il 16 febbraio 2005, otto anni dopo la sua adozione. La rinuncia degli Stati Uniti e dell'Australia<sup>71</sup>, la complessità delle negoziazioni e l'esitazione della Russia sono stati responsabili di tale ritardo. Nella figura seguente si presentano sinteticamente le posizioni dei diversi Paesi durante il processo di adozione dello stesso.

Figura 58. La posizione dei principali Paesi durante il processo di adozione del Protocollo



Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti da diversi documenti

In caso di mancato adempimento degli obblighi previsti dal Protocollo, il meccanismo sanzionatorio<sup>72</sup> non prevede sanzioni economiche dirette, ma si propone di facilitare, promuovere e rafforzare il rispetto degli impegni fissati dall'accordo, assicurando al tempo stesso trasparenza e credibilità al sistema. Nel caso di mancato rispetto dell'impegno di riduzione delle emissioni, il Protocollo di Kyoto prevede dunque l'applicazione delle seguenti sanzioni:

- **maggiorazione del 30%** della quantità di emissioni mancanti rispetto al raggiungimento dell'obiettivo, addebitata in aggiunta agli obblighi che verranno stabiliti nel secondo periodo d'impegno (post-Kyoto);
- **adozione di un piano d'azione** per il rispetto dei propri obiettivi;
- **sospensione dalla partecipazione all'*emissions trading***.

Inoltre, in caso di mancato rispetto degli impegni di riduzione previsti dal *Burden Sharing Agreement*, i Paesi Membri dell'Unione Europea sono assoggettabili a procedure di infrazione.

I Paesi che secondo le ultime analisi dell'EEA (European Environment Agency)<sup>73</sup> non riusciranno a rispettare i **target** prefissati e rischiano perciò di essere assoggettati alle procedure di infrazione dell'Unione sono: Spagna, Danimarca e Italia.

<sup>65</sup> Tali attività sono spesso riferite come LULUCF ossia Land Use, Land Use Change, and Forestry (uso del suolo, cambiamento di uso del suolo e foreste). Attraverso il processo di fotosintesi le piante immagazzinano carbonio che assorbono dal diossido di carbonio presente nell'atmosfera. Esse possono quindi avere un'importante funzione per ridurre il riscaldamento mondiale legato all'effetto serra. La rete di misure EUROFLUX ha calcolato che le foreste europee rappresentano un pozzo di assorbimento in grado di assorbire dal 10 al 40% delle emissioni di diossido di carbonio legate alle attività umane in Europa. Fonte: Commissione Europea. NOTA: anche i meccanismi di Joint Implementation e Clean Development Mechanism prendono in considerazione e prevedono delle clausole per l'implementazione di attività di LULUCF tra le Parti

<sup>66</sup> L'articolo 3.4 specifica che, date le incertezze correlate al computo di questi dati e la necessità di fornire risultati trasparenti e comunicabili, tale decisione si applicherà nel secondo e nei successivi periodi di adempimento. Una Parte può applicarla alle sue attività antropiche supplementari nel primo periodo di adempimento a condizione che dette attività abbiano avuto luogo dopo il 1990

<sup>67</sup> Le problematiche relative a tale strumento sono numerose; perciò, per ulteriori informazioni, si faccia riferimento al sito della United Nation Framework Convention on Climate Change, [http://unfccc.int/methods\\_and\\_science/lulucf/items/4129.php](http://unfccc.int/methods_and_science/lulucf/items/4129.php)

<sup>68</sup> Si consideri ad esempio, la discussione della COP6

<sup>69</sup> 14 gennaio 2009 - Fonte: [http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/status\\_of\\_ratification/items/2613.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/status_of_ratification/items/2613.php)

<sup>70</sup> Il Protocollo non prevede impegni per i Paesi in via di sviluppo in osservanza del principio di equità

<sup>71</sup> L'Australia ha ratificato il protocollo nel dicembre del 2007 con entrata in vigore nel marzo 2008

<sup>72</sup> Il meccanismo sanzionatorio è stato definito all'interno del processo attuativo del Protocollo di Kyoto (decisione 27/CMP.1)

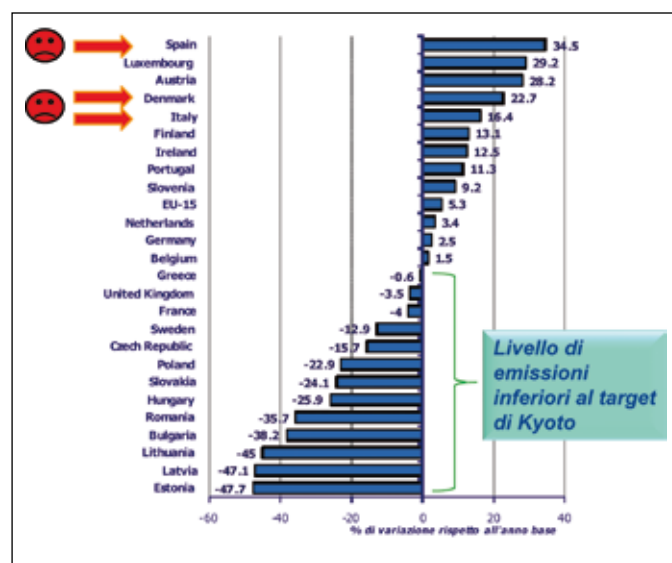
<sup>73</sup> "Greenhouse Gas emission trends and projections in Europe 2008", EEA, 2008



In particolare, dal 1° gennaio 2008<sup>74</sup> è stato calcolato che l'Italia accumula ogni giorno un debito di 47,6 euro al secondo a causa del mancato raggiungimento degli obiettivi del Protocollo. A fine 2008 abbiamo raggiunto 1,5 miliardi di euro di debito annui in superamento al *target*<sup>75</sup>.

Per quanto riguarda l'Unione Europea (UE-15), invece, si stima che entro il 2012 l'obiettivo di riduzione dell'8% previsto dall'accordo verrà rispettato. Inoltre, l'adozione e l'implementazione di misure addizionali porterebbe a un'ulteriore riduzione del 3,3% rispetto all'anno base.

Figura 59. Gap tra i risultati raggiunti nel 2006 e i *target* del Protocollo di Kyoto



Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti da "Greenhouse Gas emission trends and projections in Europe 2008", EEA, 2008

### 3.2 Le negoziazioni in essere per la definizione della strategia post-Kyoto

Nel dicembre del 2007, durante la tredicesima Conferenza delle Parti della Convenzione delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (COP13) tenutasi a Bali, la Comunità internazionale ha concordato un Piano di azione (cd. *Bali Action Plan*) e una tabella di marcia (cd. *Road Map*) per la stesura di un protocollo globale da attuare dopo il 2012, allo scadere del primo "commitment period" del Protocollo di Kyoto.

Adottando tale tabella di marcia le Parti hanno definito i temi e il calendario dei negoziati. Questo dovrebbe garantire una transizione senza soluzione di continuità tra il regime at-

tuale e quello futuro. Si tratta di una condizione fondamentale per agire in modo efficace contro gli effetti deleteri del riscaldamento globale.

La Comunità internazionale si è impegnata a concludere il processo negoziale entro la prossima sessione della Conferenza delle Parti della Convenzione sui Cambiamenti Climatici che si svolgerà a Copenhagen dal 7 al 18 dicembre 2009.

Il Piano di Azione di Bali sancisce la necessità di focalizzare l'attenzione su quattro aspetti principali (cd. *key building blocks*)<sup>76</sup>:

- **Mitigazione:** processo di riduzione delle emissioni, da attuarsi soprattutto attraverso l'incremento dell'efficienza energetica e il passaggio a fonti energetiche a basso tasso di CO<sub>2</sub>, nonché limitando la deforestazione nei Paesi in via di sviluppo;
- **Adattamento:** strategie volte ad adattare i sistemi economici, produttivi, nonché gli insediamenti umani ai cambiamenti climatici in atto al fine di limitare i danni e raccogliere eventuali opportunità. In particolare, appare opportuno il rafforzamento delle azioni volte a dare risposte concrete alle necessità immediate dei Paesi in via di sviluppo, specialmente quelli più poveri<sup>77</sup>;
- **Trasferimento tecnologico:** trasferimento di *know how* e tecnologie a basse emissioni/non inquinanti dai Paesi industrializzati ai Paesi in via di sviluppo al fine di supportare le attività di mitigazione e adattamento che gli stessi metteranno in atto;
- **Finanziamento:** introduzione di strumenti di finanziamento di carattere internazionale per realizzare i precedenti *building blocks*.

Inoltre, i principali temi attualmente in discussione (che caratterizzeranno il contenuto dell'eventuale nuovo accordo sul clima) sono:

- la forma giuridica del nuovo accordo;
- gli obiettivi individuali a medio termine di riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra per i Paesi industrializzati (2020);
- l'obiettivo aggregato di lungo termine di riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra per i Paesi industrializzati (2050);
- gli obiettivi di riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra per i Paesi in via di sviluppo con un elevato tasso di sviluppo economico (Brasile, India, Cina, ecc.);
- la modifica e il miglioramento dei meccanismi flessibili;
- la modifica delle norme che regolamentano l'utilizzo, il monitoraggio e il conteggio delle attività forestali;

<sup>74</sup> Data di inizio del commitment period del Protocollo di Kyoto

<sup>75</sup> Per ogni tonnellata di CO<sub>2</sub> superata è stimato un prezzo della sanzione di 20 euro. Atto della Camera dei Deputati del 13 novembre 2008, seduta n. 085 <http://banchedati.camera.it>

<sup>76</sup> COP 13, dicembre 2007 - Bali Action Plan Decision 1/CP.13, 2007; "Climate Change: Financing Global Forests", Eliasch Review, 2008

<sup>77</sup> Aspetto cruciale previsto nel corso degli ultimi accordi intercorsi dalle Parti è stato rendere operativo il cd. Adaptation Fund, strumento fondamentale per supportare i Paesi in via di sviluppo a sostenere il peso dei cambiamenti climatici in atto. Tale fondo, istituito nell'ambito del Protocollo di Kyoto per finanziare progetti e programmi concreti di adattamento nei Paesi in via di sviluppo, verrà finanziato attraverso il 2% dei crediti generati da progetti di Clean Development Mechanism. È previsto che il Fondo fornirà ai Paesi più poveri un capitale iniziale di 60-80 milioni di dollari che potrebbe raggiungere i 300 milioni di dollari entro il 2012. Fonte: "Climate Policy and Markets", Fondazione Eni Enrico Mattei, 2008

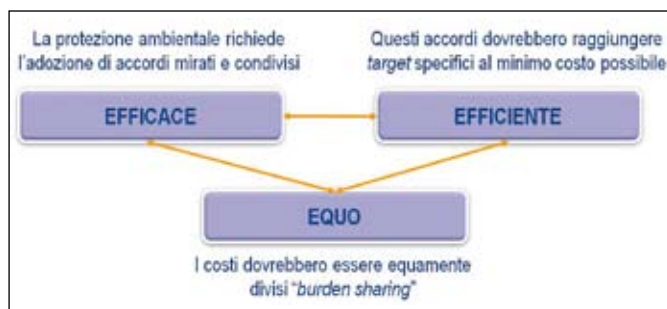
- l'inclusione di nuovi gas a effetto serra, settori e fonti nell'ambito di applicazione del protocollo di Kyoto;
- il finanziamento e il trasferimento tecnologico verso i Paesi in via di sviluppo.

In particolare, una delle principali "innovazioni" del Piano di Azione di Bali è l'introduzione di misure di riduzione delle emissioni da parte dei Paesi in via di sviluppo. Il Piano, inoltre, prevede di allineare gli impegni internazionali di tali Paesi con obiettivi di sviluppo nazionale.

Il piano strategico, infatti, prevede inoltre di intraprendere una serie di azioni per ridurre le emissioni da deforestazione e degrado delle foreste in tali Paesi, nonché di aumentare gli investimenti per lo sviluppo e il trasferimento di tecnologie.

Infine, un'altra importante innovazione del Piano di Azione di Bali, introdotta in tema di azioni indirizzate alle attività di mitigazione di gas serra, è l'introduzione del concetto: "*measurable, reportable and verifiable - MRV*". L'interpretazione e l'adozione di questo concetto da parte dell'accordo post-Kyoto avrà implicazioni significative per l'efficacia dell'accordo nei confronti degli *stakeholder* dei Paesi in via di sviluppo, così come per quelli sviluppati<sup>78</sup>.

Figura 60. Le caratteristiche chiave del futuro accordo internazionale



Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti da "The Cost of Climate Change: sharing the burden", Fondazione Enrico Mattei, 2007

Il preambolo della decisione finale della Conferenza delle Parti di Bali, ("per raggiungere l'obiettivo ultimo della Convenzione saranno necessarie significative riduzioni delle emissioni globali"), non indica l'entità delle riduzioni da un punto di vista quantitativo, ma sottolinea l'**urgenza d'azione nei confronti dei cambiamenti climatici**, (così come indicato dal Quarto Rapporto di Valutazione dell'IPCC<sup>79</sup>) e, più specificatamente, rimanda alla necessità di rispettare, tra i diversi scenari di stabilizzazione delle concentrazioni, quello più conservativo di **450 ppm**<sup>80</sup> (tale livello di concentrazione dei gas serra permetterebbe di limitare l'aumento delle temperature medie globali a circa 2 °C).

Per rafforzare le misure di mitigazione in essere, uno degli argomenti attualmente in discussione è la riduzione delle emissioni da deforestazione e da degrado delle foreste (cd. REDD - *Reducing Emissions From Deforestation and Degradation*). Si tratta di un aspetto cruciale, considerando che la deforestazione è tra i principali fattori responsabili delle emissioni di gas serra<sup>81</sup>. Secondo l'ultimo rapporto dell'IPCC, le emissioni causate dalla deforestazione sono responsabili di circa il 20% del totale.

Più in generale, la sessione di negoziazioni prevista per giugno (1-12 giugno 2009) a Bonn<sup>82</sup>, in Germania, è di notevole importanza, non solo perché cade a soli sei mesi dalla conferenza di Copenhagen, ma soprattutto perché, per la prima volta, i delegati potranno discutere i primi veri test negoziali, tenendo conto degli esiti delle precedenti sessioni e delle proposte presentate dalle Parti.

### 3.3 Le strategie adottate dall'Unione Europea e dagli altri principali Paesi

L'Unione Europea, svolgendo un ruolo chiave nell'elaborazione dei due trattati più importanti - la Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici del 1992 e il relativo Protocollo di Kyoto del 1997 - si è posta quale **regione leader nel processo negoziale** e ha assunto un ruolo guida a livello globale.

Durante il Consiglio Europeo del marzo del 2007 i *leader* dell'UE hanno rilanciato un forte impegno su una **politica climatica ed energetica integrata** finalizzata a promuovere lo sviluppo sostenibile e combattere il cambiamento climatico.

L'obiettivo strategico che l'Unione si è posta è quello di limitare l'incremento della temperatura media della superficie della terra al di sotto dei 2 °C rispetto ai livelli pre-industriali (livello che sempre più scienziati considerano come "il limite massimo"). Il Consiglio ha inoltre concordato un obiettivo di riduzione delle emissioni del 30% rispetto alle emissioni del 1990 nel caso di conclusione di un accordo internazionale per il periodo post-Kyoto (2020).

Tuttavia, a prescindere dalle attività poste in essere dagli altri Paesi e per sottolineare la propria determinazione, l'Unione si è **unilateralmente impegnata a ridurre le proprie emissioni del 20% rispetto alle emissioni del 1990 entro il 2020**. Questo, in una prospettiva di riduzione delle emissioni nell'ordine del 60-80% al 2050.

Tale obiettivo si colloca nel quadro ambizioso della politica energetica europea varata dal Parlamento lo scorso dicembre e

<sup>78</sup> Il Testo del piano di azione di Bali, infatti, prevede tale misura anche per i Paesi sviluppati. "*Measurable, reportable and verifiable nationally appropriate mitigation commitments or actions, including quantified emission limitation and reduction objectives, by all developed country Parties, while ensuring the comparability of efforts among them, taking into account differences in their national circumstances*". COP 13, dicembre 2007 [http://unfccc.int/files/meetings/cop\\_13/application/pdf/cp\\_bali\\_act\\_p.pdf](http://unfccc.int/files/meetings/cop_13/application/pdf/cp_bali_act_p.pdf)

<sup>79</sup> "Fourth Assessment Report: Climate Change 2007", IPCC AR4

<sup>80</sup> Per approfondimenti si veda la sezione dell'Allegato III dell'IPCC AR4

<sup>81</sup> Secondo l'ultimo rapporto dell'IPCC, le emissioni causate dalla deforestazione sono responsabili di circa il 20% del totale

<sup>82</sup> Per approfondimenti si faccia riferimento a <http://unfccc.int/meetings/sb30/items/4842.php>

definitivamente approvata il 6 aprile scorso che, oltre all'obiettivo di riduzione del 20% delle emissioni di gas serra rispetto al 1990 prevede:

- di economizzare il 20% del consumo di energia rispetto alle previsioni per il 2020, migliorando l'efficienza energetica;
- di aumentare del 20% la quota di energie rinnovabili sul consumo energetico totale entro il 2020;
- di raggiungere entro il 2020 una quota almeno del 10% di carburanti rinnovabili, compresi i biocarburanti, sul consumo totale di benzina e gasolio. Ciò, sotto il vincolo che tutti i biocarburanti – sia quelli prodotti internamente dai Paesi europei, sia quelli importati – dovranno essere prodotti in maniera sostenibile<sup>83</sup>.

Il pacchetto prevede inoltre:

- la revisione del Sistema comunitario di scambio delle quote delle emissioni di gas serra (cd. *European Union Emissions Trading Scheme* – EU-ETS): dal 2013 è stato previsto un sistema di aste per l'acquisto di quote di emissione, i cui introiti saranno finalizzati al finanziamento di misure di riduzione delle emissioni e di adattamento al cambiamento climatico;
- sforzi condivisi (*effort sharing*) tra gli Stati Membri al di fuori dell'EU-ETS per ridurre le emissioni di carbonio;
- un quadro normativo per lo sviluppo e la promozione di tecnologie di cattura e stoccaggio del carbonio (*Carbon Capture and Storage CCS*).

Questa nuova politica integrata in materia di energia e cambiamento climatico preannuncia il lancio di una **nuova rivoluzione industriale**, volta a trasformare il modo in cui produciamo e usiamo l'energia, nonché i tipi di energia che utilizziamo.

L'obiettivo dell'Unione è passare a un'economia compatibile con il clima, basata su una combinazione di tecnologie e di risorse energetiche a bassa emissione di anidride carbonica.

Il Pacchetto 20-20-20 adottato dalla UE potrebbe tuttavia indebolire, nel medio-lungo termine, la competitività della stessa, soprattutto nel caso in cui gli altri Paesi non adottino simili vincoli stringenti per combattere il cambiamento climatico in atto.

Uno dei temi più discussi prima dell'approvazione finale di tale documento, infatti, è stata la possibilità di delocalizzazione dell'industria manifatturiera (cd. *carbon leakage*) a causa dell'introduzione di *target* più stringenti all'interno dell'*European Emission Trading Scheme*, e della sfavorevole congiuntura economica. La presa di posizione di alcuni Paesi dell'Unione, particolarmente sensibili a questa problematica, ha permesso di apportare deroghe al pacchetto.

Figura 61. Deroghe al pacchetto legislativo

#### EU ETS: DEROGHE

I settori industriali a rischio di delocalizzazione\* avranno il 100% delle loro quote di CO<sub>2</sub> gratis, a condizione che rispettino un *benchmark* di efficienza energetica specifico e che non venga adottato un accordo internazionale che elimini il rischio.

I settori non industriali di Italia, Austria, Finlandia, Danimarca, Spagna, Lussemburgo, Portogallo, Irlanda, Slovenia, Cipro e Svezia avranno a disposizione i crediti provenienti dai meccanismi di CDM e JI per raggiungere il 3% del totale emissioni.

Le industrie che non corrono il rischio di delocalizzazione, avranno l'obbligo di acquisto del 20% dei permessi nel 2013 per passare al 70% nel 2020 e raggiungere il 100% entro il 2025.

In caso di accordo internazionale il Consiglio Europeo potrà stabilire concessioni gratuite di nuove quote ai settori a rischio.

(\*) Il Consiglio Europeo ha definito un settore a rischio di delocalizzazione se l'introduzione di politiche di mitigazione porta ad un aumento nei costi di produzione superiore al 5% del valore aggiunto e se è esposto alla concorrenza internazionale per più del 10% delle sue importazioni o esportazioni.

Fonte: "Climate Policy and Markets", No. 6, Fondazione Enrico Mattei, 2008

Anche l'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA) ha analizzato come la competizione venga distorta con l'introduzione di schemi di *Emission Trading Scheme* o *carbon tax*<sup>84</sup>.

A proposito degli impegni presi dagli altri Paesi, invece, si procede con una breve analisi delle principali politiche adottate o previste.

#### STATI UNITI

Il cambio di presidenza dell'amministrazione americana ha fatto segnare importanti passi avanti nell'impegno verso il cambiamento climatico, soprattutto in considerazione del fatto che la mancata adozione del Protocollo di Kyoto da parte di uno dei principali emettitori di gas serra aveva creato notevoli problemi all'entrata in vigore dello stesso.

Nel corso delle negoziazioni tenutesi a Bonn lo scorso aprile, l'inviato speciale per il Clima Todd Stern ha ufficialmente annunciato che: "gli Stati Uniti sono tornati" e che sono seriamente intenzionati a recuperare il tempo perduto al fine di fronteggiare l'emergenza climatica in atto. In particolare, durante il suo discorso, ha affermato due impegni chiave che gli Stati Uniti sosterranno durante le negoziazioni: l'adozione di limiti alle emissioni per il breve e il lungo termine (2050), nonché lo stanziamento di fondi significativi per supportare i Paesi in via di sviluppo a pianificare/realizzare azioni di adattamento e incentivare la riduzione delle emissioni.

<sup>83</sup> "La lotta contro i cambiamenti climatici. L'UE apre la strada", Commissione Europea, 2008

<sup>84</sup> Per ulteriori riferimenti si rimanda al documento "Issues behind competitiveness and Carbon Leakage", IEA, 2008



Il Presidente Obama, in particolare, ha sostenuto che: *"È fondamentale comprendere che il cambiamento climatico non è solo una sfida, ma un'opportunità, perché se creiamo un'economia della nuova energia, possiamo facilmente creare cinque milioni di nuovi posti di lavoro. Può essere un motore che ci porta nel futuro nello stesso modo in cui i computer sono stati il motore della crescita economica negli ultimi venti anni"*<sup>85</sup>.

In particolare, Barak Obama ha dichiarato di voler investire oltre 100 miliardi di dollari nei prossimi dieci anni al fine di:

- raddoppiare la produzione energetica da fonti alternative<sup>86</sup> in tre anni (stimolando il ciclo innovativo e sviluppando nuove reti - *"smart grid"*<sup>87</sup>);
- adottare e sviluppare *biofuels* di terza generazione nonché la commercializzazione di veicoli ibridi;
- modernizzare oltre il 75% degli edifici pubblici;
- migliorare l'efficienza energetica di due milioni di case;
- ecc.

Aspetto cruciale di questi impegni sarà la loro adozione formale di fronte alla comunità internazionale.

#### CINA

La Cina, uno dei Paesi tradizionalmente meno impegnati sul fronte ambientale, ha intrapreso un **cambiamento di marcia importante** impegnandosi su diversi fronti. Questo è particolarmente rilevante se si considera che il 20%<sup>88</sup> delle emissioni globali di gas serra proviene da questo Paese.

Nel 2005, via via che lo sviluppo incontrollato delle industrie cinesi esercitava visibili **pressioni sulle risorse ambientali nazionali**, il Governo si è impegnato a condurre il Paese verso una crescita maggiormente sostenibile. Nel 2005 infatti sono stati

annunciati **dieci progetti nazionali per il risparmio energetico**, che interessano i settori maggiormente energivori, e alcuni progetti di miglioramento dell'efficienza energetica relativi all'adozione e allo sviluppo di innovazioni tecnologiche, supporto finanziario e progetti pilota.

Inoltre, nel 2006 il Governo cinese ha annunciato un **piano per ridurre il consumo energetico per unità di prodotto nazionale del 20% entro il 2010** e ha adottato una legge sull'energia rinnovabile. In pochi anni, quest'ultima è diventata un'industria strategica.

Tuttavia, nonostante la chiara volontà politica del Governo centrale, amministrazioni locali e industrie non stanno operando nella stessa direzione a causa della carenza di incentivi e della arbitrarietà degli obiettivi fissati.

#### MESSICO

Ha annunciato una riduzione delle emissioni del 50% rispetto ai livelli del 2002 entro il 2050. Tale obiettivo verrà realizzato attraverso misure di efficienza energetica e l'implementazione di un *emission trading scheme* entro il 2012.

#### BRASILE

Ha annunciato l'intenzione<sup>89</sup> di dimezzare il tasso di deforestazione entro il 2017, al fine di ridurre di quasi 5 miliardi di tonnellate le emissioni di gas serra provenienti da tale attività. E' stata anche prevista l'adozione di un piano di azione sull'efficienza energetica che si porrà l'obiettivo di ridurre il consumo elettrico del 10% entro il 2030, sostituire frigoriferi e congelatori obsoleti (un milione all'anno per dieci anni) e di ridurre le perdite nel processo di distribuzione elettrica ad un tasso di 1000 GWh all'anno per i prossimi dieci anni.



<sup>85</sup> "It is critical that we understand this is not just a challenge, it's an opportunity, because if we create a new energy economy, we can create five million new jobs, easily. It can be an engine that drives us into the future the same way the computer was the engine for economic growth over the last couple of decades" - Barak Obama, 2008

<sup>86</sup> Eolica, solare e geotermica ad almeno 50GW

<sup>87</sup> Rete elettrica di nuova generazione, capace di gestire le rinnovabili incostanti, compensarle con le fonti tradizionali, ottimizzare lo storage di energia per metterla in rete quando serve

<sup>88</sup> Fonte: CAIT database, World Resource Institute. Il dato si riferisce al 2005 e non considera le emissioni relative al cambiamento d'uso dei terreni (cd. land use change).

<sup>89</sup> National Climate Change Plan - PNMC firmato nel dicembre del 2008

# Parte B: cambiamento climatico e settore agroalimentare

*"L'agricoltura e la deforestazione sono tra i fattori che maggiormente contribuiscono al cambiamento climatico, ma per lo stesso motivo gli agricoltori e coloro che utilizzano le foreste potrebbero avere un ruolo chiave nella riduzione delle emissioni di gas serra"*

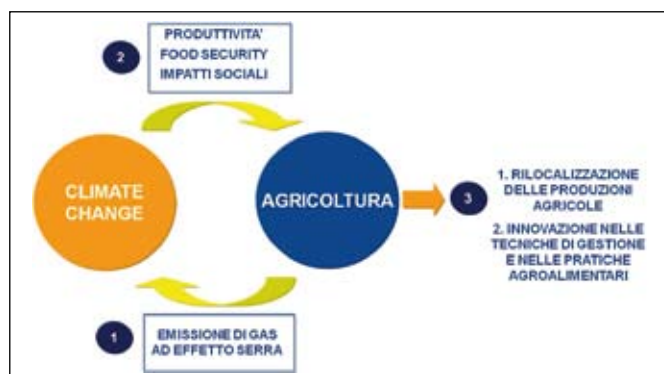
Alexander Müller  
Vice Direttore Generale della FAO

La filiera agroalimentare comprende anche la componente relativa all'attività industriale di trasformazione. Dato lo specifico obiettivo del lavoro, valutare l'impatto del *climate change*, si è ritenuto di concentrare l'attenzione sulla fase di produzione delle materie prime che alimentano tale *industry*. Laddove ritenuto rilevante si è comunque provveduto a fornire indicazioni anche per ciò che concerne le fasi di lavorazione relative alla trasformazione delle materie prime, al trasporto e al consumo.

## 4. CAMBIAMENTO CLIMATICO E SETTORE AGRICOLO

L'agricoltura e il cambiamento climatico si caratterizzano per una complessa relazione di causa-effetto. La pratica dell'agricoltura, produce rilevanti volumi di gas a effetto serra, principale causa del cambiamento climatico. Al tempo stesso però, subisce gli impatti negativi del *climate change*, in termini di riduzione della produttività e di incremento dei rischi legati alla sicurezza alimentare. Le soluzioni capaci di interrompere questo circolo vizioso sembrano al momento riconducibili principalmente a due macro ambiti: la rilocalizzazione delle produzioni agricole e l'innovazione nelle tecniche di gestione e nelle pratiche agroalimentari.

Figura 62. La relazione tra cambiamento climatico e agricoltura



### 4.1 Il contributo del settore agricolo al cambiamento climatico

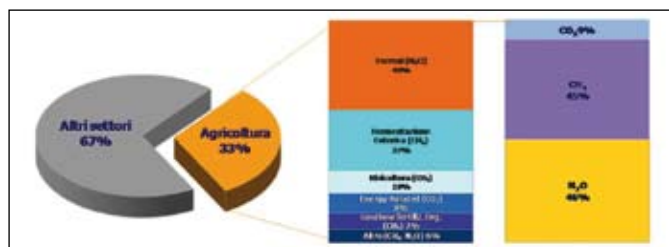
L'attività agricola è responsabile della produzione di **gas serra** per una quota pari al 33% del totale delle emissioni annuali nel mondo<sup>90</sup>. Questa quota è generata per il 46% da **protossido di azoto**, proveniente prevalentemente da attività concernenti il terreno agricolo e l'utilizzo di energia, per il 45% da emissioni di **metano**, derivanti soprattutto dalla fermentazione enterica degli animali (27%), dalla risicoltura (10%) e dalla gestione dei fertilizzanti organici (7%) e per il 9% da **anidride carbonica**. Dai dati si intuisce come le attività agroalimentari contribuiscano in misura piuttosto modesta alla produzione di anidride carbonica, ma in misura più rilevante alla generazione di protossido d'azoto e metano, a causa delle attività relative all'allevamento e alla risicoltura e, in parte, alla fertilizzazione del suolo.

<sup>90</sup> Fonte: World Resources Institute, Database

Il contributo dell'agricoltura alla produzione dei gas serra mondiali è aumentato nel corso degli anni: si è passati dai 39 miliardi di tonnellate del 1990 ai 49 miliardi di tonnellate del 2004, con una crescita percentuale del 25,6%. Questo incremento è imputabile perlopiù all'uso dei fertilizzanti, allo sviluppo della zootecnia, alla produzione di reflui e all'uso di biomassa per la produzione di energia.

Per quanto riguarda gli scenari futuri, l'IPCC prevede che entro il 2030, in assenza di interventi correttivi, si assisterà a un aumento del 35-60% dell'ossido di azoto e del 60% di metano prodotti dall'agricoltura. La modifica nell'uso del suolo è la causa prevalente a cui sono riconducibili questi incrementi.

Figura 63. I principali gas serra provenienti dal settore agricolo



Fonte: elaborazione The European House-Ambrosetti su W. Cline, *Global Warming and Agriculture*, Centre for Global Development, 2007

La Figura 64 evidenzia il contributo del settore agroalimentare al cambiamento climatico. Tra i dati, ciò che merita di essere evidenziato è il contributo del settore agroalimentare alle emissioni di metano e protossido di azoto, rispettivamente per il 49,3% e per l'82,5% del totale emissioni. Questi due gas hanno un notevole impatto sul cambiamento climatico; infatti, una loro unità corrisponde rispettivamente a 21 unità e 310 unità di anidride carbonica.

Nello specifico, si nota che il suolo agricolo è il più importante generatore di protossido di azoto (75% del totale delle emissioni), mentre l'allevamento e la gestione del fertilizzante lo sono in buona parte per le emissioni di metano (35% del totale delle emissioni). Sempre relativamente al terreno agricolo, i cambiamenti nel suo utilizzo generano circa il 18% del totale dei gas serra, prevalentemente provenienti dall'attività di deforestazione.

Figura 64. Contributo del settore agroalimentare all'emissione dei gas serra

| Settore                          | Tipologia attività  | Contributo totale emissioni di gas serra | Contributo totale emissioni anidride carbonica - CO <sub>2</sub> | Contributo totale emissioni metano - CH <sub>4</sub> | Contributo totale emissioni ossido nitroso - N <sub>2</sub> O |
|----------------------------------|---------------------|--|--|--|---|
| Settore agroalimentare           | Suolo agricolo      | 6,0%                                     | -  | -  | 75,0%   |
|                                  | Bestiame/concime    | 5,1%                                     | -  | 35,0%  | 2,5%  |
|                                  | Risso               | 1,5%                                     | -  | 10,8%  | -   |
|                                  | Altre att. agricole | 0,9%                                     | -  | 3,5%   | 5,0%  |
|                                  | Utilizzo energia    | 1,4%                                     | 1,8%   | -  | -   |
|                                  | Totale              | 14,9%                                    | 1,8%   | 49,3%  | 82,5%   |
| Cambiamento nell'uso del terreno | Deforestazione      | 18,2%                                    | 23,8%  | -  | -   |
|                                  | Rimboschimento      | -1,5%                                    | -2,0%  | -  | -   |
|                                  | Forestazione        | -0,5%                                    | -0,7%  | -  | -   |
|                                  | Gestione raccolti   | 2,5%                                     | 3,3%   | -  | -   |
|                                  | Altro               | -0,8%                                    | -0,8%  | -  | -   |
|                                  | Totale              | 18,2%                                    | 23,7%  | -  | -   |

Fonte: elaborazione The European House-Ambrosetti su W. Cline, *Global Warming and Agriculture*, Centre for Global Development, 2007

Per quanto riguarda le attività del settore agricolo, si nota come la principale attività generatrice di gas serra sia la deforestazione. In effetti, questa pratica genera emissioni annuali pari a 8.500 milioni di tonnellate di anidride carbonica equivalente<sup>91</sup>, seguono l'attività di fertilizzazione del territorio (2.100 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalente) e l'emissione di gas provenienti dalla digestione bovina (1.800 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalente).

Figura 65. Le emissioni di gas serra dal settore agricolo nel mondo

| SETTORE AGRICOLO   | EMISSIONI ANNUALI (milioni di ton di CO <sub>2</sub> -eq) | GAS SERRA EMESSO                   |
|--|---|------------------------------------|
| Deforestazione (compresa la torba)                               | 8.500   | CO <sub>2</sub>                    |
| Fertilizzazione del suolo (fertilizzanti inorganici e letame)    | 2.100   | N <sub>2</sub> O                   |
| Gas provenienti dalla digestione bovina (fermentazione enterica) | 1.800   | CH <sub>4</sub>                    |
| Combustione di biomassa  | 700   | CH <sub>4</sub> - N <sub>2</sub> O |
| Produzione risicola  | 600   | CH <sub>4</sub>                    |
| Letame del bestiame  | 400   | CH <sub>4</sub> - N <sub>2</sub> O |
| Altri (ad. ed. irrigazione)                                      | 900   | CO <sub>2</sub> - N <sub>2</sub> O |

Fonte: *State of the World 2009*, WRI, 2009

La deforestazione è una delle principali cause del rilascio di gas serra nell'atmosfera a livello mondiale. Le foreste del pianeta hanno infatti la grande utilità di preservare nel suolo un'enorme quantità di carbonio. Si stima che questo quantitativo possa raggiungere un ammontare di circa 500 miliardi di tonnellate<sup>92</sup>.

Un esempio degli impatti negativi derivanti dal processo di deforestazione è il caso delle foreste torbiere indonesiane. Queste foreste si contraddistinguono per la loro elevata capacità di assorbimento di carbonio. La continua espansione delle piantagioni di palma da olio sta però portando a significative riduzioni della loro estensione. Si stima che questa pratica generi ogni anno almeno 1,8 miliardi di tonnellate di gas serra<sup>93</sup> a causa del disboscamento, della degradazione e degli incendi.

<sup>91</sup> Una tonnellata di CO<sub>2</sub> equivalente è un'unità di misura che permette di pesare insieme le emissioni dei vari gas serra aventi effetti diversi sul clima

<sup>92</sup> Fonte: World Watch Institute, 2009 e Greenpeace, 2009

<sup>93</sup> Fonte: World Watch Institute, 2009 e Greenpeace, 2009



## 4.2 Gli effetti del cambiamento climatico sul settore agricolo

### 4.2.1 Gli impatti del cambiamento climatico sulla produttività agricola

Esistono due principali approcci metodologici per la stima degli impatti del cambiamento climatico sulla produzione agricola:

- l'**approccio ricardiano**<sup>94</sup>, che considera le condizioni climatiche, le precipitazioni e la concentrazione di CO<sub>2</sub> in atmosfera come elementi esplicativi della produzione agricola (espressa in termini monetari);
- i **modelli crops**, costruiti sulla base di un *database* nel quale confluiscono i dati relativi a 18 Paesi diversi modelli di raccolto compatibili tra loro in 125 siti agricoli, ognuno con caratteristiche climatiche, di precipitazioni e radiazioni solari differenti.

I primi modelli di stima elaborati con approccio ricardiano sono stati sviluppati da Mendelsohn e Schlesinger nel 1999 e in seguito sono stati aggiornati e riapplicati in specifiche aree territoriali.

Figura 66. Il modello di Mendelsohn e Schlesinger

$$y = 2,6 * \left[ -308 + 53,7T - 2,3T^2 + 0,22P + 36,5 \ln \left( \frac{c}{350} \right) \right]$$

Il diagramma illustra la scomposizione della formula sopra. La 'Prodotto agricola' (y) è influenzata da una 'Costante e intercetta' (-308), una 'Componente climatica' (53,7T - 2,3T² + 0,22P) e dalla 'Carbon fertilization' (36,5 ln(c/350)).

Fonte: elaborazione The European House-Ambrosetti su W. Cline, *Global Warming and Agriculture*, Centre for Global Development, 2007

Il **modello di Mendelsohn e Schlesinger** evidenzia come la produzione agricola misurata in termini monetari (y) sia una funzione della temperatura media annua misurata in gradi Celsius (T), della media giornaliera delle precipitazioni annue in millimetri (P) e della concentrazione atmosferica dell'anidride carbonica misurata in parti per milione (ppm).

Come si può osservare, un fattore che aumenta la produttività agricola è relativo al fenomeno conosciuto come *carbon fertilization*.

Oltre ad aumentare la temperatura del pianeta e danneggiare

re l'agricoltura, infatti, l'incremento delle emissioni di CO<sub>2</sub> produce anche un effetto positivo sull'agricoltura stessa, alleviando gli effetti avversi legati al surriscaldamento. Questo effetto positivo è legato al fenomeno della *carbon fertilization*.

La CO<sub>2</sub> è un input nella fotosintesi clorofilliana che utilizza l'energia solare per convertire l'anidride carbonica in ossigeno e in altri componenti organici. In letteratura e in alcuni studi empirici effettuati in laboratorio e su piccoli campi emerge una relazione positiva tra concentrazione di CO<sub>2</sub> e produttività agricola.

Anche se i risultati ottenuti dagli studi empirici effettuati non forniscono risultati univoci in merito alle dimensioni dell'incremento della produttività agricola a seguito di un aumento di concentrazione di CO<sub>2</sub>, appare evidente come concentrazioni elevate di CO<sub>2</sub> intensifichino il processo di fotosintesi e chiusura degli stomi delle piante con conseguente riduzione della perdita d'acqua nelle stesse.

Più nello specifico, alcuni studi condotti in laboratorio hanno evidenziato come il grano, esposto a concentrazioni elevate di CO<sub>2</sub> (circa 550 ppm), abbia registrato aumenti di resa del 31%. Tuttavia, in esperimenti fatti sui campi all'aperto, l'aumento di resa si è attestato tra il 7% e l'11%.

In ogni caso, la presenza o meno del fenomeno di *carbon fertilization* influisce in modo significativo sulle stime future legate agli impatti sull'agricoltura prodotti dal surriscaldamento del pianeta<sup>95</sup>.

L'incertezza legata agli effetti sull'agricoltura prodotti dalla *carbon fertilization* è dovuta principalmente al fatto che tale fenomeno è recente e ancora in fase prodromica<sup>96</sup>.

Con riferimento ai modelli crops, invece, i primi modelli realizzati con questo approccio sono stati sviluppati da **Rosenzweig** nel 1990, in seguito sono stati aggiornati e riapplicati in specifiche aree territoriali.

Uno degli ultimi aggiornamenti basato su modelli crops è stato effettuato da Rosenzweig e Iglesias nel 2006.

Un *database* contiene i dati relativi a centinaia di raccolti nei diversi Paesi del Mondo. Questo *database* viene aggiornato in base ai risultati raccolti sulle stesse tipologie di raccolto, nei vari anni, a seguito di variazioni climatiche, nelle precipitazioni e nelle radiazioni solari.

<sup>94</sup> La teoria ricardiana, che prende il nome da David Ricardo, uno dei massimi esponenti della scuola degli economisti classici, assume in premessa che la sola differenza di produzione tra due Paesi è riconducibile a fattori tecnologici e tutte le altre caratteristiche sono identiche tra Paesi

<sup>95</sup> Fonte: Elaborazione The European House-Ambrosetti su W. Cline, *Global Warming and Agriculture*, Centre for Global Development, 2007

<sup>96</sup> Si illustra in seguito un breve esempio che chiarifica come il fenomeno della *carbon fertilization* non sia un fatto del passato o del presente, ma è un fatto che interesserà il prossimo futuro. Oggi la concentrazione della CO<sub>2</sub> è di circa 385 ppm.

$$\begin{aligned} \text{carbon fertilization} &= \left[ 36,5 \ln \left( \frac{385}{350} \right) \right] \longrightarrow 4,147 \text{ (1)} \\ \text{carbon fertilization} &= \left[ 36,5 \ln(0,1) \right] \longrightarrow 0,09 \text{ (2)} \\ \text{carbon fertilization} &= \left[ 36,5 * 0,09 \right] = 3,4 \end{aligned}$$

Il logaritmo naturale di 1,1 è 0,09. L'impatto sulla produzione agricola del fenomeno di *carbon fertilization* è limitato: 3,4 è l'incremento in dollari (base 1990) relativo alla produzione agricola di un ettaro di terra. Se teniamo conto dell'inflazione, la capitalizzazione futura di tale valore ai giorni nostri porta a stimare un incremento di produzione per ettaro generato dalla *carbon fertilization* di circa 6,5-7 dollari

A livello generale, le stime degli effetti del cambiamento climatico sulle produzioni agricole, effettuate con i modelli *crops*, assumono una concentrazione di CO<sub>2</sub> di 550 ppm a lungo termine e tre ipotesi di adattamento dei raccolti in funzione delle mutate condizioni climatiche:

- spostamento delle fasi di piantagione e raccolta superiori al mese, necessità di costruire nuovi sistemi di irrigazione e piantumazione di nuove colture;
- nessun adattamento;
- spostamento delle fasi di piantagione e raccolta inferiori al mese e incremento nell'utilizzo degli attuali sistemi di irrigazione.

In base allo scenario climatico futuro che si prende in considerazione per calcolare gli impatti sulle produzioni agricole, le stime prodotte dai modelli *crops* e dai modelli ricardiani possono variare tra loro in modo significativo.

Ciò è dovuto principalmente al fatto che i modelli *crops* tendono a essere lineari in rapporto a cambiamenti climatici, a differenza dei modelli ricardiani che non lo sono. Nello specifico, i modelli *crops* presentano una variabilità del 12%, inferiore a quella dei modelli ricardiani, che si attesta al 28%.

I due modelli sono stati, quindi, testati su differenti scenari di cambiamento climatico con l'obiettivo di identificare le stime maggiormente affidabili e statisticamente consistenti, in base alle caratteristiche specifiche dei modelli stessi.

I modelli *crops*, a fronte della natura dei dati contenuti nel *database*, producono stime poco affidabili nelle aree territoriali con latitudine differente da quella dagli Stati Uniti, mentre i modelli ricardiani sono stati applicati in contesti specifici per gli Stati Uniti, il Canada, l'Africa e l'India, e le stime in altri Paesi sono state implementate utilizzando un modello ricardiano base.

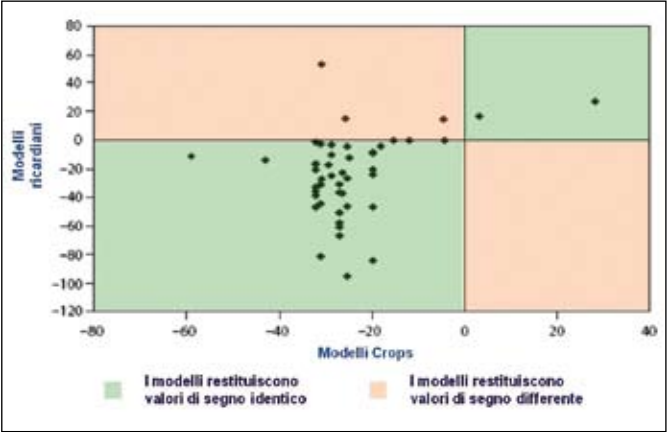
Figura 67. Stime d'incremento della temperatura al 2070-2099

| Organizzazione  | Autore                         | Variazione di gradi centigradi |
|---|--------------------------------|--------------------------------|
| German Climate Research Centre, European Centre Hamburg                 | Roekner (1996)<br>Zhang (1998) | +2,6 °C                        |
| UK Hadley Center for Climate Prediction and Research Coupled Model      | Gordon (2000)                  | +3,0 °C                        |
| US Geophysical Fluid Dynamics Laboratory R-30 Resolution Model          | Knutson (1999)                 | +3,4 °C                        |
| Japanese Centre for Climate System Research                             | Emori (1999)                   | +3,5 °C                        |
| Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis                      | Flato e Boer (2001)            | +3,6 °C                        |
| Australian Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation | Gordon e O'Farrell (1997)      | +3,7 °C                        |

Fonte: elaborazioni The European House-Ambrosetti su dati relativi alla letteratura esistente

Sia il modello di Mendelsohn e Schlesinger (basato su un approccio ricardiano), sia il modello di Rosenzweig e Iglesias, sono stati testati sotto questi differenti scenari di cambiamento climatico, che prevedono un innalzamento della temperatura compreso tra 2,6 e 3,7°C.

Figura 68. Stime percentuali di impatto sulla produzione in 47 Paesi (senza carbon fertilization)



Fonte: elaborazioni The European House-Ambrosetti su dati Peterson Institute for International Economics

Come si può osservare, seppur in presenza di volatilità nelle stime di impatto, i due modelli presentano un'elevata coerenza e consistenza nelle stime, in quanto nel 95% dei casi restituiscono risultati dello stesso segno. Infatti, solo 3 Paesi su 47 segnano una crescita della produzione utilizzando i modelli ricardiani e una contrazione della produzione utilizzando i modelli *crops*.

**Gli effetti del surriscaldamento sulle produzioni agricole**  
A livello mondiale, India, Messico, Australia e Brasile saranno le aree più colpite.

Figura 69. Impatti sulla produzione agricola al 2080

|             | Variazione produzione agricola senza carbon fertilization | Variazione produzione agricola con carbon fertilization | Variazione di output agricolo in miliardi di dollari (base 2003) |
|-------------|---|---|--|
| Australia   | -26,6%  | -15,6%  | -3,4<X<-2,1  |
| Brasile     | -16,9%  | -4,4%   | -4,9<X<-1,3  |
| Canada      | -2,2%   | +12,5%  | -0,4<X<+2,2  |
| Europa      | -9,4%   | +4,1%   | -8,7<X<+3,8  |
| Cina        | -7,2%   | +8,8%   | -15,3<X<+14,2  |
| India       | -38,1%  | -28,8%  | -50,4<X<-38,1  |
| Messico     | -35,4%  | -25,7%  | -8,8<X<-6,4  |
| Giappone    | -5,7%   | +8,4%   | -2,4<X<+3,6  |
| Russia      | -7,7%   | +0,2%   | -8,7<X<+3,8  |
| Stati Uniti | -5,9%   | +8%   | -5,8<X<+8,1  |
| Mondo       | -15,9%  | -4,2%   | -106,5<X<-38,1   |

Fonte: elaborazioni The European House-Ambrosetti su dati Peterson Institute for International Economics

Come emerge dalla tabella precedente, a parità di superficie agricola, il calo stimato di produzione agricola mondiale si attesterà a quasi 190 miliardi di dollari all'anno. Anche in presenza di *carbon fertilization*, la produzione mondiale annua agricola si ridurrebbe di quasi 40 miliardi di dollari.

Sempre dagli studi effettuati invece, in Europa, il fenomeno di *carbon fertilization* sarà in grado di azzerare gli effetti negativi del surriscaldamento.

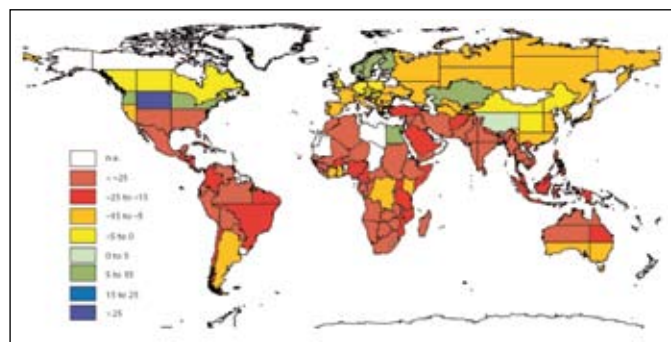
Figura 70. Impatti sulla produzione agricola al 2080

|                              | Variazione produzione agricola senza carbon fertilization | Variazione produzione agricola con carbon fertilization | Variazione di output agricolo in miliardi di dollari (base 2003) |
|------------------------------|---|---|--|
| Belgio                       | -6,7%   | +7,3%   | -0,2<X<+0,2  |
| Francia                      | -6,7%   | +7,3%   | -2,3<X<+2,6  |
| Germania                     | -2,9%   | +11,7%  | -0,5<X<+2,0  |
| Grecia                       | -7,8%   | +6,0%   | -0,7<X<+0,6  |
| Italia                       | -7,4%   | +6,5%   | -2,4<X<+2,1  |
| Olanda                       | -7,0%   | +6,9%   | -0,7<X<+0,7  |
| Portogallo                   | -9,6%   | +4,0%   | -0,4<X<+0,2  |
| Romania                      | -6,6%   | +7,4%   | -0,4<X<+0,5  |
| Svezia, Norvegia e Finlandia | +10,9%  | +27,5%  | +0,9<X<+2,5  |
| Spagna                       | -8,5%   | +4,8%   | -2,7<X<+1,4  |
| UK                           | -3,9%   | +10,5%  | -0,5<X<+1,3  |

Fonte: elaborazioni The European House-Ambrosetti su dati Peterson Institute for International Economics

L'Italia rischia, a seconda degli scenari delineati con o senza *carbon fertilization*, una perdita di quasi 2,4 miliardi di dollari l'anno in termini di produzione agricola in assenza di *carbon fertilization*, mentre nel caso migliore, che considera la presenza di *carbon fertilization*, si registrerà un incremento di produttività di quasi 2,1 miliardi di dollari.

Figura 71. Impatti sulla produzione agricola al 2080 senza *carbon fertilization*

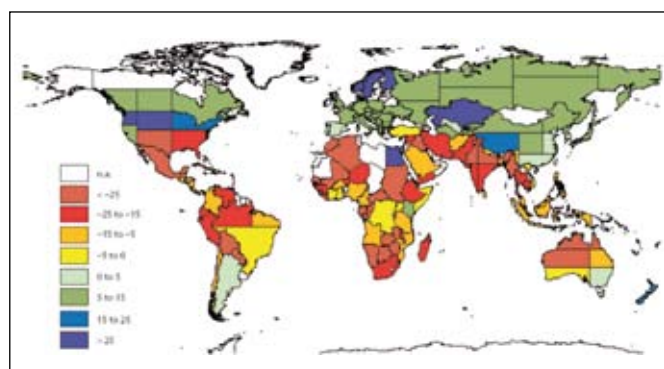


Fonte: elaborazioni The European House-Ambrosetti su dati Peterson Institute for International Economics

In assenza di *carbon fertilization* la quasi totalità dei Paesi subirà dei decrementi di produzione agricola ad eccezione dell'area scandinava e di zone vicine al Mar Caspio. L'area maggiormente colpita è quella equatoriale.

In presenza di *carbon fertilization*, invece, l'emisfero nord presenta sostanziali miglioramenti, in particolare sopra il 35° parallelo.

Figura 72. Impatti sulla produzione agricola al 2080 con *carbon fertilization*



Fonte: elaborazioni The European House-Ambrosetti su dati Peterson Institute for International Economics

#### 4.2.2 Le ripercussioni del cambiamento climatico sulla sicurezza della catena alimentare

Il cambiamento climatico provoca conseguenze anche sulla sicurezza alimentare. Con questo termine si fa riferimento a una situazione in cui tutte le persone hanno accesso fisico ed economico a un quantitativo di cibo sano e nutriente, sufficiente a rispettare i loro bisogni dietetici e le loro preferenze alimentari ai fini di una vita attiva e in salute<sup>97</sup>. Le potenziali ripercussioni del *climate change* su questo versante riguardano principalmente la gestione della **risorsa acqua** e la **diffusione di malattie e contaminazioni** nei prodotti agricoli e alimentari.

**A. Water Management.** Si stima che fino al 2030 l'agricoltura rimarrà il settore a maggiore prelievo di risorse idriche<sup>98</sup>. Si stima inoltre che attualmente circa l'80% della superficie agricola mondiale utilizzi l'apporto idrico pluviale, mentre il restante 20% si basi sull'irrigazione<sup>99</sup>. È però necessario sottolineare che l'irrigazione ha una resa superiore nella produttività agricola: infatti, genera ben il 40% della produzione agricola totale.

Il cambiamento climatico sembra poter causare due effetti principali. Nell'emisfero settentrionale l'aspettativa è quella di un incremento della portata dei fiumi e della disponibilità complessiva di acqua. Le aree tropicali e quelle semi-aride (principalmente il bacino del Mediterraneo, gli Stati Uniti orientali, il Sud Africa e il nord est del Brasile) subiranno, invece, un significativo declino delle loro risorse idriche<sup>100</sup>. Al tempo stesso, a causa della crescita demografica, di pratiche di irrigazione inefficienti e della crescente competizione in essere per l'utilizzo della risorsa idrica, si stima che una quota compresa tra il 15% e il 35% dei prelievi d'acqua per irrigazione non siano sostenibili in futuro<sup>101</sup>. Per quanto riguarda le pratiche gestionali da porre in essere per migliorare la gestione della risorsa acqua si rimanda al *Position Paper "Water Management"* pubblicato dal Barilla Center for Food & Nutrition nel marzo 2009.

97 "Food Security exists when all people, at all times, have physical and economic access to sufficient, safe, and nutritious food to meet their dietary needs and food preferences for an active and healthy life" - World Food Summit, 1996

98 Fonte: "Facts and Trends - Water", World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), 2006

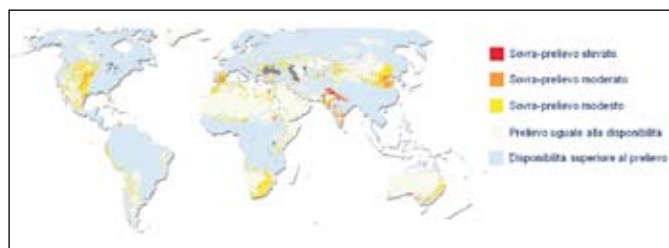
99 Fonte: "Facts and Trends - Water", World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), 2006

100 Fonte: Intergovernmental Panel on Climate Change, "Climate Change 2007: Synthesis Report. Summary for Policymakers"

101 Fonte: "Facts and Trends - Water", World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), 2006



Figura 73. Prelievo delle risorse idriche per l'agricoltura



Fonte: "Facts and Trends - Water", World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), 2006

**B. Diffusione di malattie e contaminazioni nei prodotti agricoli e alimentari.** Il mutamento delle condizioni climatiche e ambientali sembra poter comportare una diffusione, in misura superiore rispetto a oggi, di malattie e contaminazioni nei prodotti agricoli e alimentari.

- **Batteri, virus e protozoi parassiti.** Il colera è forse l'esempio migliore per comprendere il potenziale di modifica nelle dinamiche di trasmissione di fattori patogeni a causa dei cambiamenti climatici. Uno degli effetti più rilevanti dell'elevata concentrazione di CO<sub>2</sub> è l'alterazione dell'acidità degli oceani. Questo fenomeno comporta un innalzamento del pH dell'acqua e di conseguenza un aumento del potenziale di diffusione della malattia. Processi simili, favoriti da condizioni climatiche caratterizzate da temperature più elevate della media stagionale e da forte umidità, comportano il diffondersi di altre malattie, tra cui salmonellosi e rotavirus.
- **Zoonosi e malattie zootiche.** Le malattie zootiche possono essere trasmesse dagli animali agli uomini in diversi modi: tramite il contatto diretto con gli animali che ne sono affetti, con prodotti animali, tramite vari vettori e tramite il consumo di acqua o cibo contaminato. A tal proposito, è dimostrato come il cambiamento climatico determini un aumento della vulnerabilità degli animali, un incremento della disponibilità di potenziali vettori e il prolungamento dei cicli di trasmissione legati ai vettori. Tutte conseguenze che incrementano la proliferazione di malattie zootiche.
- **Funghi tossici e contaminazioni da micotossine.** Le micotossine sono un gruppo di sostanze altamente tossiche prodotte da muffe che crescono su un certo numero di colture, sia prima che dopo il raccolto. Alcune di queste tossine sono particolarmente pericolose per l'uomo, e la loro diffusione potrebbe dipendere proprio dalle mutate condizioni climatiche.
- **Alghe tossiche.** Nel corso degli ultimi anni si è registrata una crescita significativa nella presenza delle cosiddette *Harmful Algal Blooms*, fioritura di alghe dannose. Si tratta di alghe potenzialmente pericolose per l'uomo, anche per via indiretta. Sembra che i cambiamenti dell'habitat marino, legati alle modifiche dei fenomeni climatici, siano in grado di creare ambienti marini particolarmente favorevoli al diffondersi di queste alghe.
- **Contaminazioni ambientali e residui chimici nella catena alimentare.** Gli eventi estremi, come le inondazioni e gli uragani, tendono a portare con sé contaminazioni legate ad agenti chimici. La più elevata temperatura dell'acqua e la

maggiore intensità delle precipitazioni producono l'effetto di incrementare il potenziale di contaminazione delle acque da parte di detriti organici e sostanze chimiche. Inoltre, l'impiego di pesticidi comporta una contaminazione del suolo agricolo e dei suoi prodotti.

#### 4.2.3 Scarsità di risorse alimentari e impatti sulla sicurezza sociale

A partire dalla fine della Guerra Fredda sono individuabili due fondamentali cambiamenti nello scenario legato ai temi della pace e della sicurezza a livello internazionale:

- da una parte, i conflitti coinvolgono relativamente meno gli Stati nazionali, a fronte dell'emergere delle **guerre civili** e dei **conflitti interni** come uno dei principali fattori di rischio per il mantenimento della pace su scala globale;
- dall'altra, accanto alle tematiche politico-militari, altri elementi – quali la **povertà** e i rischi legati all'**ambiente**, alla disponibilità/utilizzo delle **risorse naturali** e alla **salute** – stanno divenendo significativi fattori di rischio per l'insorgenza di conflitti.

Il legame fra cambiamento climatico, disponibilità delle risorse naturali e sicurezza è un tema ritenuto particolarmente importante dai maggiori organismi internazionali: tra le numerose analisi in materia appare utile citare, quale esempio, il recente studio dedicato al tema dallo *United Nations Environment Programme*, "From Conflict to Peacebuilding. The Role of Natural Resources and the Environment", pubblicato nei primi mesi del 2009, a testimonianza dell'estrema attualità di un tema che, in varie forme, risulta ormai dibattuto da alcuni anni.

Il **Consiglio Europeo**, nel dicembre 2003, ha adottato la *European Security Strategy*, individuando tra le **sfide globali di maggior rilievo in termini di sicurezza**, per il presente e il futuro, la **competizione per le risorse naturali** (principalmente in relazione all'acqua).

In particolare, secondo il Consiglio Europeo, gli effetti del cambiamento climatico sulla disponibilità e ripartizione delle risorse naturali condurranno molto probabilmente a un aumento delle turbolenze e dei fenomeni migratori:

*"La competizione per le risorse naturali – che nelle prossime decadi sarà aggravata dal riscaldamento globale – produrrà molto probabilmente turbolenze e fenomeni migratori in varie regioni del Pianeta"*

In linea con queste valutazioni, la **Commissione Europea**, nella primavera del 2008, ha riconosciuto il **cambiamento climatico** come *"un pericoloso moltiplicatore in grado di esacerbare tutti gli altri trend, tensioni e fattori di instabilità esistenti"*.

Come si è visto, l'attenzione internazionale attorno a questo tema appare ampia e le considerazioni della Commissione Europea aiutano a definire a grandi linee i possibili macro-effetti del *climate change* in termini di sicurezza.

Tuttavia, quali rischi specifici appaiono particolarmente probabili? Tutte le analisi internazionali convergono sostanzialmente nell'identificare alcune grandi forme di conflitto/criticità per la sicurezza riconducibili (direttamente o indirettamente) al *climate change*.

Seguendo proprio l'impostazione proposta dalla Commissione Europea nel suo recente documento su "*Climate change and international security*", sono individuabili le seguenti situazioni di conflitto/criticità sociale legate al cambiamento climatico:

- conflitti generati dalla **disponibilità** e dall'**utilizzo** delle **risorse naturali**: gli effetti negativi del cambiamento climatico sulle risorse naturali (soprattutto in termini di terreno coltivabile e disponibilità di acqua) appaiono in grado di aumentare la probabilità di conflitti relativi all'allocazione di risorse **sempre più scarse, soprattutto nei Paesi in via di sviluppo**;
- significativi danni economici e rischi per le **città costiere** e le loro **infrastrutture**: il cambiamento climatico ha fra i suoi effetti, come visto, l'innalzamento del livello dei mari e l'incremento significativo dei fenomeni di erosione costiera, ponendo a rischio le popolazioni costiere, sia da un punto di vista sanitario sia da un punto di vista economico;
- rischi per l'esistenza di intere porzioni di territorio e aumento delle **dispute territoriali**: il *climate change* pone a rischio la conformazione e l'esistenza stessa di significative parti di territorio in molti Paesi del mondo; una conseguenza ritenuta probabile è rappresentata dall'aumento delle dispute riguardanti la definizione di confini territoriali e marittimi, **soprattutto laddove questi confini siano in grado di demarcare uno spartiacque fra accesso e non-accesso a risorse naturali** localizzate in aree di confine o addirittura transfrontaliere;
- **fenomeni migratori** legati al peggioramento delle condizioni di vita causato dal *climate change*: questo rischio per la sicurezza è uno di quelli considerati maggiormente probabili e gravi; il cambiamento climatico, in modo diretto, attraverso la **maggior frequenza di fenomeni estremi** (ondate di calore, alluvioni, uragani, ...), così come la **riduzione delle risorse naturali disponibili** (soprattutto nei Paesi a reddito più basso, nei quali la dipendenza diretta degli individui dalle risorse naturali è molto alta) aumenta la probabilità che crescenti masse di persone siano spinte a spostarsi dalla loro localizzazione originaria ("*environmental migrants*"); lo stesso *climate change*, in modo indiretto, agisce sulla spinta migratoria attraverso il suo influsso negativo sulla conflittualità sociale legata all'**allocazione di risorse naturali sempre più scarse**;
- situazioni di instabilità e di ***misgovernment*** rispetto alla risposta ai **crescenti bisogni delle popolazioni**: l'aumento della pressione sulla disponibilità e allocazione delle risorse naturali richiede, da parte delle Istituzioni e delle classi politiche, ingenti capacità di governo per poter essere gestito senza generare conflittualità sociale; il **cambiamento climatico genera nuovi bisogni** (sanitari, economici, sociali, ambientali), **che richiedono nuove e adeguate risposte**: nel momento in cui queste risposte non dovessero essere date, la probabilità di conflitti sociali aumenterebbe esponenzial-

- mente, **principalmente nei contesti geo-politici particolarmente "deboli"**, come quelli di molti Paesi in via di sviluppo;
- tensioni legate all'**accesso** e al **controllo delle risorse energetiche**: il cambiamento climatico rende maggiormente critica una situazione di domanda energetica in forte e continuo aumento da alcuni anni a questa parte; **le risorse energetiche diventeranno sempre più preziose** e non possono che essere ritenuti in probabile aumento i conflitti legati alla proprietà e alla gestione di tali risorse, **soprattutto nel caso in cui siano risorse "condivise" fra più soggetti economici/Istituzionali diversi** (ad esempio, bacini idrologici che attraversino i confini di più Stati o risorse minerarie e petrolifere situate in regioni la cui attribuzione amministrativa sia oggetto di dispute fra Stati limitrofi) o nel caso in cui tali risorse siano localizzate in Paesi, contemporaneamente, **socio-economicamente instabili e altamente esposti** ai possibili effetti negativi del *climate change*;
- pressioni sulla ***governance* internazionale**: l'esistenza di alcuni **Paesi relativamente più responsabili** delle emissioni di gas serra, principale causa dell'aggravamento del fenomeno del *climate change*, e di **Paesi relativamente più danneggiati** dal cambiamento climatico potrebbe generare conflittualità a livello internazionale, esacerbando in alcuni casi latenti tensioni storiche (un punto di conflitto potrebbe generarsi, ad esempio, attorno alla ripartizione degli oneri degli interventi attivi per l'adattamento al *climate change*).

A supporto della teoria dell'esistenza di una correlazione fra risorse naturali, cambiamento climatico e sicurezza esiste un'evidenza storica particolarmente significativa e "allarmante": si stima che negli ultimi 60 anni almeno il **40%** dei conflitti verificatisi all'interno degli Stati abbiano avuto una connessione con la disponibilità o l'utilizzo di risorse naturali.

Secondo l'UNEP, in particolare, **a partire dal 1990 almeno 18 conflitti sono stati generati/alimentati dallo sfruttamento di risorse naturali**.

I fattori ambientali spesso non rappresentano l'unica e principale causa dei conflitti, ma lo sfruttamento delle risorse naturali può essere riconosciuto come un fattore assolutamente rilevante in tutte le fasi di questi ultimi, anche *ex post*.

In base a un'analisi dell'UNEP, i **conflitti associati alle risorse naturali** hanno, infatti, il **doppio della probabilità di ripetersi nell'arco dei successivi 5 anni** rispetto ai conflitti interni non correlati con le risorse naturali.

#### 4.3 Alcune strategie per un'agricoltura climacompatibile

##### 4.3.1 Mitigazione e adattamento

Agricoltura e cambiamento climatico si caratterizzano per una relazione complessa di causa-effetto: l'attività agricola produce rilevanti volumi di gas a effetto serra (si veda Figura 11), principale causa del cambiamento climatico, ma nel contempo subisce, come già evidenziato, gli impatti negativi - in termini di produttività e sicurezza alimentare - delle variazioni climati-

## Il caso del Darfur

Secondo l'*United Nations Environment Programme*, il manifestarsi di ricorrenti periodi di siccità e una crescente pressione demografica sono fra le cause che hanno spinto il Darfur in una spirale di violenza che ha prodotto, dal 2003, 300.000 morti e più di due milioni di profughi.

L'UNEP ha individuato la variabilità climatica della regione, la scarsità d'acqua e la rapida perdita di significative porzioni di terra coltivabile come fondamentali fattori causali del conflitto.

In particolare:

- l'eccessivo sfruttamento dei pascoli e la deforestazione hanno condotto a un significativo impoverimento del suolo;

- la carenza di alberi e vegetazione ha causato la riduzione delle difese contro le sabbie mobili;
- il declino nelle piogge ha condotto alla notevole diminuzione della quantità d'acqua disponibile per la popolazione e per il suolo.

In una simile situazione, l'aumento della popolazione e l'incremento della domanda di risorse naturali ha concorso all'intensificarsi della tensione fra la popolazione dedita all'agricoltura, quella dedita alla pastorizia e quella nomade, in un'area in cui il 75% della popolazione dipende direttamente dalle risorse naturali per la sua stessa sussistenza.





che. Per queste ragioni, il settore agroalimentare è oggi sempre più centrale nelle riflessioni relative al *climate change*.

In generale, come anticipato, le **strategie di intervento** per affrontare e risolvere i problemi connessi al cambiamento climatico possono venire raggruppate in due filoni principali:

- **strategie di mitigazione:** capaci di agire sulle cause del fenomeno, mediante la ricerca di una riduzione o di una stabilizzazione delle emissioni di gas serra. Nello specifico del settore agroalimentare, ne sono un esempio l'adozione di fertilizzanti biologici, il miglioramento delle tecniche di allevamento del bestiame e di gestione del letame, il ripristino delle colture vegetali e l'ottimizzazione delle tecniche di gestione del suolo per incrementare l'assorbimento e l'immagazzinamento di CO<sub>2</sub>;
- **strategie di adattamento:** capaci di agire sugli effetti, attraverso piani, programmi e azioni in grado di minimizzare gli impatti del cambiamento climatico. Ne sono un esempio la ridefinizione e l'adeguamento del calendario di semina e delle varietà seminate, il trasferimento delle coltivazioni in altre aree, il miglioramento delle tecniche di gestione del territorio.

Va sottolineato come, per la complessità che le caratterizza, l'implementazione delle strategie di intervento appare particolarmente onerosa, soprattutto in termini di coordinamento delle azioni da mettere in atto. In effetti, oltre a capacità e competenze tecniche, finanziarie e istituzionali, la pianificazione e la messa in atto di tali azioni richiede soprattutto una volontà politica a livello sia internazionale sia locale. Il che rende tanto il disegno delle strategie quanto la loro realizzazione un'impresa molto sfidante.

#### 4.3.2 Quali strategie per uno sviluppo sostenibile in ambito agroalimentare

I **tre obiettivi** principali che debbono venire conseguiti per garantire la sostenibilità ambientale della produzione agroalimentare sono i seguenti<sup>102</sup>:

- **assorbire e immagazzinare attivamente il carbonio** nella vegetazione e nel suolo;
- **ridurre le emissioni di anidride carbonica**, così come quelle di **metano** dalla produzione di riso, bestiame e combustione, e di **protossido di azoto** dall'uso dei fertilizzanti inorganici;
- **sfruttare il potenziale della *bio-energy***, favorendo quelle forme di produzione non alternative all'uso agricolo dei terreni, per non innescare meccanismi di disincentivo alla produzione a fine alimentare.

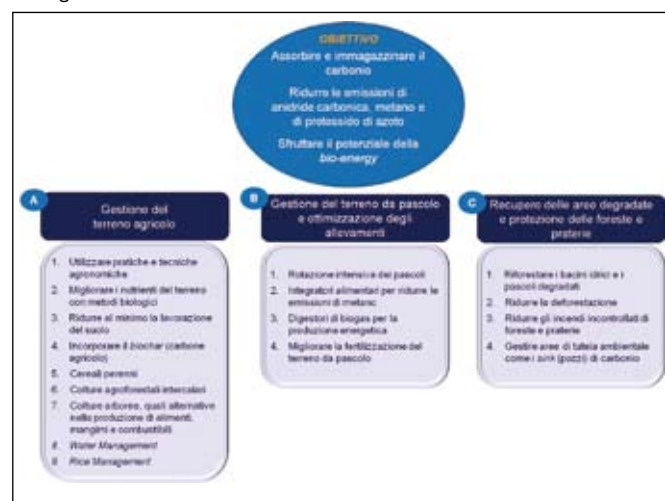
Con riferimento al primo dei punti citati, occorre sottolineare come - dal punto di vista scientifico - il **passaggio dall'atmosfera al suolo (e viceversa) del carbonio di superficie** - elemen-

to cruciale nel processo del cambiamento climatico - alimenti il ciclo di vita del Pianeta, a condizione che questo movimento non venga alterato da cambiamenti nel suolo e da altri fattori. E' evidente quindi come la terra e le attività a essa collegate giochino una parte fondamentale nel processo di raffreddamento della Terra. L'utilizzo e la destinazione del terreno, la scelta delle piante da coltivare, le singole gestioni pratiche sono alcuni dei fattori che possono sia garantire una stabilizzazione del clima, sia favorire una migliore produzione (in termini di quantità e qualità) di alimenti per la popolazione.

Le pratiche che, al momento, sembrano garantire il raggiungimento di tali obiettivi sono raggruppabili in tre **macro-strategie**<sup>103</sup>:

- A. Gestione del terreno agricolo;
- B. Gestione del terreno da pascolo e ottimizzazione degli allevamenti;
- C. Recupero delle aree degradate e protezione delle foreste e praterie.

Figura 74. Le 3 strategie per ridurre gli impatti del *climate change* nell'agroalimentare



Entriamo nel dettaglio delle macro-strategie cui abbiamo accennato.

#### A. Gestione del terreno agricolo

Il suolo è il terzo serbatoio di carbonio più ampio del Pianeta. La sostanza organica presente nel terreno (proveniente da flora e fauna vivente e da materia animale, vegetale e microbica morta) ha la capacità di trattenere l'aria e l'acqua nella superficie, di fornire nutrienti per piante e fauna e di immagazzinare il carbonio nel suolo. Un terreno arricchito di carbonio, mediante un'efficace gestione della materia organica, garantisce suoli produttivi più ricchi, senza necessità di ricorrere in misura massiccia all'uso di sostanze chimiche.

<sup>102</sup> Fonte: IPCC, "Mitigation of climate change", 2007, Cap.8; Sara Scherr e Sajal Shapit, "State of the world 2009", Cap. 3

<sup>103</sup> Le evidenze e le considerazioni espresse all'interno del presente paragrafo sono basate prevalentemente sui contenuti delle seguenti pubblicazioni:

- IPCC, "Mitigation of climate change", 2007, Cap.8

- Smith, P., D. Martino, Z. Cai, D. Gwary, H.H. Janzen, P. Kumar, B. McCarl, S. Ogle, F. O'Mara, C. Rice, J. Scholes, O. Sirotenko, M. Howden, T. McAllister, G. Pan, V. Romanenko, U. Schneider, S. Towprayoon, M. Wattenbach, and J.U. Smith, 2007a: "Greenhouse gas mitigation in agriculture", Philosophical Transactions of the Royal Society

- Sara Scherr e Sajal Shapit, "State of the world 2009", Cap. 3

È possibile arricchire il suolo di carbonio attraverso il ricorso ad alcune pratiche, di seguito accennate:

- **Utilizzare adeguate pratiche e tecniche agronomiche:** i terreni agricoli richiedono prima di tutto una particolare attenzione nella loro gestione. Sono numerose le tecniche e le pratiche che possono essere impiegate efficacemente. Tra queste sono di particolare interesse: l'impiego di cereali perenni, la riduzione delle lavorazioni del suolo, la rotazione dei terreni, l'impiego di colture arboree. Dal punto di vista pratico, si tratta di diffondere una maggiore informazione relativamente alle pratiche più adeguate e più efficaci. Approfondiremo in seguito più in dettaglio questi temi;
- **Migliorare i nutrienti del terreno con metodi biologici:** nel mondo si stima che l'utilizzo dei fertilizzanti azotati comporti un'emissione di gas serra per 2 miliardi di tonnellate<sup>104</sup>. Considerando che il protossido d'azoto ha una capacità di riscaldamento superiore di ben 300 volte all'anidride carbonica, è evidente il danno potenziale che un fertilizzante chimico può generare. Al contrario, adottare fertilizzanti biologici (concime organico, sovescio, letame e colture di copertura e intercalari) e pratiche di gestione della fertilità del suolo permetterebbe di assorbire il carbonio dall'atmosfera. Questa pratica sembra comportare degli incrementi nei costi e nella manodopera per le coltivazioni intensive, ma non per le altre tipologie di colture, che invece possono beneficiare anche di incrementi di resa. Anche l'uso ottimizzato dei fertilizzanti inorganici, comunque indispensabili, secondo le *best practice* in materia<sup>105</sup>, può portare grandi benefici ecologici;
- **Ridurre al minimo la lavorazione del suolo:** normalmente l'aratura del terreno è svolta con l'intento di migliorare le condizioni del letto di semina. In realtà, la lavorazione del suolo espone all'ossigeno i microbi anaerobici e soffoca quelli aerobici che vengono sotterrati, con conseguente emissione di anidride carbonica. L'utilizzo di pratiche agricole in grado di ridurre la lavorazione del terreno (quali il lasciare gli scarti delle colture o il paccame sul terreno), favorisce il ritorno del carbonio e riduce le emissioni. Inoltre, la non lavorazione ha il beneficio di ridurre sia la manodopera sia l'uso di combustibili per macchine agricole (con il beneficio di minori costi di produzione), di migliorare la biodiversità e favorire la ciclizzazione dei nutrienti. Si stima che questa pratica possa incrementare il rendimento delle coltivazioni di grano e soia di almeno un terzo<sup>106</sup>. Recentemente, anche a causa degli aumenti del prezzo dei combustibili, i terreni così coltivati sono in forte crescita;
- **Incorporare biochar (carbone agricolo):** per arricchire il terreno di carbonio, la decomposizione di materia vegetale dovrebbe avvenire nel sottosuolo. In alcune zone del mondo, specie quelle umide, questo non è facilmente realizzabile, se non grazie a una recente scoperta scientifica<sup>107</sup> che preve-

de la possibilità di incorporare *biochar* nel terreno. Il *biochar* (definito anche carbone agricolo) è un nutriente naturale, costituito da una grana fine di terriccio ad alto contenuto di carbonio organico, prodotto da rifiuti vegetali (residui forestali, pula del riso, gusci di arachidi, rifiuti urbani). Questa soluzione di arricchimento del terreno, permette di trattenere il carbonio nel suolo e di liberare i nutrienti più lentamente;

- **Cereali perenni:** le piante hanno la caratteristica di catturare l'energia ed estrarre il carbonio dall'atmosfera per produrre biomassa e il loro uso appare dunque più efficace nella prevenzione dei fenomeni di cambiamento climatico. Attualmente i due terzi della terra arabile sono coltivati a cereali annuali<sup>108</sup>, il che comporta ogni anno un nuovo processo di lavorazione e, di conseguenza, una continua immissione di gas serra. Al contrario, le graminacee perenni mantengono una forte massa degli apparati radicali nelle fasi di crescita, lasciando nel suolo una buona quantità di biomassa, piuttosto che sotto forma di agenti inquinanti nell'atmosfera. Anche se il tema è ancora, per molti versi, nelle prime fasi di sviluppo, al momento, sono già numerose le piante perenni disponibili sul mercato, derivanti da cereali (riso, sorgo e frumento), da alcune specie di foraggio e da piante oleose (girasole);
- **Colture agroforestali intercalari:** per trattenere il carbonio, un'altra strada percorribile è rappresentata dalla coltura agroforestale. In sostanza, si tratta di coltivare alberi produttivi ai bordi e all'interno dei terreni agricoli e dei pascoli. Le specie utilizzate potrebbero fornire sia prodotti (frutti, noci, medicine, combustibili, legno, ecc), che servizi per l'azienda agricola (fissazione dell'azoto, protezione dal vento, foraggio per animali, ecc) e per l'ecosistema (*habitat* per animali, miglioramenti climatici, ecc). Il contributo di queste piante raggiunge la sua massima utilità con le colture agroforestali *pluristratificate*, che hanno il vantaggio di sfruttare diverse nicchie ecologiche e stoccare quindi un maggior volume di carbonio;
- **Colture arboree quali alternative nella produzione di alimenti, mangimi e combustibili:** in natura, o tutt'al più dietro processo di selezione genetica (domesticazione e sviluppo commerciale), sono disponibili alcune colture arboree in grado di sostituire i raccolti annuali di amido, proteine, oli commestibili e industriali, alimenti per animali. Dato che un terzo della produzione cerealicola è destinato all'alimentazione animale, queste piante potrebbero sostituire parte dei raccolti annuali oppure contribuire alla produzione di bio-combustibili, riducendo così gli impatti negativi delle emissioni di gas serra;
- **Water Management:** circa il 18% dei terreni del mondo riceve una quantità di acqua supplementare, rispetto alle fisiologiche dinamiche naturali, sotto forma di irrigazione. Aumentare, in alcune aree del Mondo, l'irrigazione porterebbe

104 Fonte: FAOSTAT, *Statistical Database*

105 Fonte: Uphoff et al., "Biological approaches to sustainable soil systems", 2006; International Fertilizer Industry Association, "Fertilizer Best Management Practices", 2007

106 Fonte: A. Calgeri, "No-tillage System in Parana State, South Brazil", 2001

107 Fonte: J. Lehmann, "Bio-Char Sequestration in Terrestrial Ecosystem - A review", 2006

108 Fonte: FAOSTAT, *Statistical Database*

maggiori benefici sotto forma di incrementi di produttività. E' necessario però che vi sia un'attenta gestione dell'acqua, in quanto risorsa scarsa;

- **Rice Management:** le coltivazioni di riso emettono grandi quantitativi di metano, soprattutto nella stagione di crescita della pianta. Queste emissioni possono essere ridotte ricorrendo a specifiche pratiche gestionali, quali la riduzione del livello di acqua presente sul terreno agricolo durante la fase di crescita della pianta, la bonifica dei terreni durante i periodi di pre-semina, il corretto impiego di residui organici.

#### B. Gestione del terreno da pascolo e ottimizzazione degli allevamenti

Negli ultimi venti anni, con il processo di industrializzazione e di diffusione della ricchezza, il consumo di carne nel mondo è cresciuto in modo significativo<sup>109</sup>. Questo *trend* ha comportato l'aumento dei grandi allevamenti intensivi di animali e il disboscamento di grandi spazi da destinare al pascolo. E' ormai universalmente riconosciuto come il bestiame produca una grande quantità di gas serra, tra cui metano (dalla fermentazione del cibo nel rumine dell'animale e dallo stoccaggio dello stallatico), protossido di azoto (dalla denitrificazione del suolo e della superficie delle concimaie) e carbonio (da raccolti, animali, respirazione microbica, combustione di carburanti e disboscamento). Si stima che il bestiame sia responsabile di almeno il 50% delle emissioni agricole di gas serra (circa 7,1 miliardi di tonnellate; a questo proposito basti pensare che una coppia vacca/vitello produce in un anno più gas serra di una persona che percorra 12.500 km in auto<sup>110</sup>) e del cambiamento di destinazione d'uso del terreno (una delle cause di inquinamento). La soluzione di medio-lungo termine per affrontare incisivamente il problema consiste nella riduzione del consumo di carne e latticini a livello globale. Vi sono però anche in questo caso delle tecniche di gestione ottimale che consentono di arginare gli effetti maggiormente negativi del fenomeno:

- **Rotazione intensiva dei pascoli:** alcune ricerche<sup>111</sup> hanno dimostrato che se viene applicata una gestione intensiva delle rotazioni di bestiame, i pascoli possono supportare un maggior numero di capi, poiché questa prassi rende possibile un'ottimale rigenerazione della vegetazione dopo il pascolo. Una recente ricerca condotta dal Ministero dell'Agricoltura Statunitense<sup>112</sup> evidenzia come le migliori modalità per ridurre l'impronta di gas serra degli allevamenti intensivi di bestiame siano il miglioramento dello stoccaggio del carbonio nei pascoli, l'utilizzo di foraggio di qualità superiore, l'eliminazione dello stoccaggio del letame, la copertura delle concimaie, l'incremento della produttività per capo e soprattutto l'uso di tecniche di gestione per la rotazione intensiva dei pascoli;

- **Integratori alimentari per ridurre le emissioni di metano:** il metano prodotto nel rumine degli animali è responsabile di ben 1,8 miliardi di tonnellate di emissioni di gas serra<sup>113</sup>. Al fine di ridurre questo quantitativo, sono stati elaborati integratori alimentari e miscele di mangimi innovative che ne riducono di almeno il 20% la produzione. Purtroppo, però, al momento questa soluzione non sembra di facile adozione da parte degli allevatori, sia per gli eccessivi costi che comporta sia per il complesso sistema di gestione necessario;

- **Digestori di biogas per la produzione energetica:** gli allevamenti potrebbero trasformarsi in produttori di energia verde, attraverso una gestione innovativa dei loro prodotti di scarto. Ad esempio, il letame, una delle principali forme di inquinamento, potrebbe diventare una fonte di energia alternativa, capace di ridurre la dipendenza dell'azienda agricola dai combustibili fossili. Ciò sarebbe possibile, ad esempio, mediante l'impiego di digestori anaerobici di biogas. Questi strumenti sono capaci, infatti, di scomporre il letame in metano/ biogas e fango da concime, dove il primo viene bruciato per riscaldare e produrre elettricità, mentre il secondo può essere impiegato come fertilizzante;

- **Migliorare la produttività dei pascoli e la fertilizzazione dei terreni da pascolo:** una migliore produttività degli allevamenti si ottiene anche adottando un'efficace gestione del terreno. Per ottenere questo è possibile ricorrere, ad esempio, all'impiego sul suolo di fertilizzanti organici e azoto, oppure a tecniche di irrigazioni sostenibili che tengano conto sia della gestione dell'acqua sia dell'uso di energia. Anche l'impiego sul terreno di specie di piante erbose può permettere di ottenere un'alta produttività nei pascoli.

#### C. Recupero delle aree degradate e protezione di foreste e praterie

I massicci disboscamenti, così come la destinazione di aree sempre più vaste alle colture annuali e ai pascoli, hanno privato il mondo di vaste zone di vegetazione. Le iniziative di ripristino della vegetazione, rappresentano un'azione benefica, che può essere spesso realizzata con sforzi economici minimi. Tra le pratiche che potrebbero permettere di raggiungere tale obiettivo vi è quella di:

- **Riforestare i bacini idrici e i pascoli degradati:** la scarsa presenza di vegetazione sui terreni riduce la possibilità di immagazzinare il carbonio e soprattutto di trattenere l'acqua piovana nel terreno. In una situazione mondiale di emergenza idrica<sup>114</sup> e di cambiamento climatico, il ripristino della copertura vegetale dei bacini idrografici si presenta come una priorità;
- **Ridurre la deforestazione:** nel Mondo un enorme bacino di carbonio è inoltre rappresentato da foreste e praterie. Si stima che la dimensione delle foreste ammonti a 4 miliardi di

109 Il caso più significativo è quello della Cina, dove negli ultimi 20 anni il consumo di carne è più che raddoppiato e si prevede che entro il 2030 raddoppierà nuovamente. Fonte: UNDESA

110 Fonte: Steinfeld H. et al, "Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options", 2006

111 Fonte: C.L. Neely e R. Hatfield, "Livestock System"

112 Fonte: Al Rotz, "Grazing and the Environment"

113 Fonte: Steinfeld H. et al, "Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options", 2006

114 Barilla Center for Food & Nutrition, Position Paper "Water Management", 2009



ettari, mentre quella delle praterie a 5 miliardi di ettari<sup>115</sup>. Le foreste e i prati, come noto, hanno una grande capacità di assorbimento del carbonio e di mitigazione del clima. L'attività di deforestazione comporta dunque un aumento dei gas serra nell'atmosfera e una riduzione della capacità di assorbimento dell'anidride carbonica. Se si considera che solamente tra il 2000 e il 2005 sono andati persi ben 7,3 milioni di ettari annui di area boschiva, da destinare prevalentemente all'agricoltura e alle infrastrutture, e che ogni ettaro comporta una immissione in atmosfera da 217 a 640 tonnellate di carbonio, si ha piena consapevolezza della drammaticità del fenomeno<sup>116</sup>. E' perciò necessario che la deforestazione venga regolamentata a livello internazionale e che al tempo stesso vengano individuate le più opportune forme di incentivo (finanziarie, diritti di proprietà, certificazioni, ecc.) per i proprietari delle aree boschive, affinché adottino adeguati strumenti di tutela delle aree. Tra le possibili soluzioni al vaglio, vi sono:

- il meccanismo del Redd (*Reducing Emissions from Deforestation and Degradation*) per la riduzione delle emissioni da deforestazione e degrado dopo il 2012 ha l'intento di destinare fondi economici alla gestione sostenibile delle foreste, al fine di ridurre le emissioni di gas serra<sup>117</sup>;
  - un approccio alternativo, altrettanto interessante, è il *Biodiversity and Agricultural Commodities Program* dell'*International Finance Corporation*, che si impegna ad aumentare la produzione di beni sostenibili e certificati (soia, canna da zucchero, ecc.);
  - una terza modalità di intervento consiste nell'assicurare i diritti di possesso e sfruttamento ai residenti locali, affinché possano proteggere le foreste in modo sostenibile.
- **Ridurre gli incendi incontrollati di foreste e praterie:** la combustione di biomassa è un importante generatore di carbonio. In agricoltura, in taluni casi, se controllata e di limitate dimensioni, essa può costituire un fattore benefico per la produzione. Quando però è l'uomo ad appiccare incendi allo scopo di successive colonizzazioni agricole, si producono grandi quantità di emissioni di carbonio e si danneggiano gravemente la flora e la fauna. E' necessario quindi salvaguardare foreste e praterie con strumenti capaci di prevenire gli incendi dolosi. Una pratica riguarda la responsabilizzazione delle comunità locali, mediante incentivi capaci di esercitare un controllo sociale, come già messo in pratica in Honduras e Gambia<sup>118</sup>;
- **Gestire aree di tutela ambientale come i sink (pozzi) di carbonio** (vedi paragrafo "Lo scenario delle politiche internazionali").

Anche alla luce di quanto descritto, preme sottolineare come un'attività agricola pienamente ecocompatibile sia legata in larga misura a processi di formazione, condivisione delle *best*

*practice* e trasferimento di competenze scientifiche già acquisite all'interno di pratiche operative consolidate. In altri termini, l'investimento che dovrebbe essere fatto su scala globale è soprattutto quello di una rinnovata presa di coscienza degli impatti delle attività dell'uomo in ambito agroalimentare e la promozione di strumenti, logiche, prassi conseguenti.

#### 4.4 Sistemi di finanziamento e incentivi

Per essere realizzate, le strategie descritte possono richiedere sostegni e incentivi di varia natura per i soggetti economici (produttori agricoli, proprietari forestali, ecc), i consumatori e tutte le altre categorie coinvolte.

Gli strumenti e i meccanismi per incentivare e finanziare l'attuazione delle strategie e delle pratiche agricole sono infatti numerosi e di varia natura. In linea generale, questi strumenti vengono definiti in base allo scopo specifico e al soggetto coinvolto. Essi devono inoltre essere agganciati a obiettivi concreti e misurabili. A tale proposito, l'indicatore al momento maggiormente utilizzato è la **misurazione della riduzione dell'impatto dei gas serra**, in quanto risulta essere uno strumento molto efficace nella valutazione delle nuove tecnologie relative alla produzione agroalimentare.

Di seguito descriveremo alcune interessanti iniziative messe in atto da soggetti pubblici e privati, che hanno generato importanti benefici.

- **Sustainable Food Laboratory**<sup>119</sup>. Si tratta di un'associazione di 70 imprese e organizzazioni sociali di tutto il mondo, che attraverso un *team* scientifico composto da ricercatori, imprese ed esperti individua e incentiva l'adozione di pratiche agricole sostenibili e ne verifica le applicazioni. In sostanza, l'associazione si pone come obiettivo la condivisione della conoscenza e l'applicazione concreta delle soluzioni individuate. L'aspetto interessante di questa iniziativa è proprio la diffusione di informazioni sulle pratiche agricole e sulle colture ad alta capacità di assorbimento di carbonio e il collegato sistema di incentivi economici destinati ai produttori agricoli che adottano e rispettano gli *standard* qualitativi suggeriti.
- **Amazon Fund**<sup>120</sup>. Con l'obiettivo di ridurre le emissioni causate dalla deforestazione e dal degrado forestale della Foresta Amazzonica è stata introdotta l'*Amazon Fund*, un'organizzazione creata con lo scopo di raccogliere risorse finanziarie da utilizzare in progetti dedicati a combattere il disboscamento e promuovere la conservazione e l'uso sostenibile delle risorse della foresta. Ciò che rende interessante questa iniziativa è il meccanismo di raccolta e destinazione dei fondi, basato sui risultati raggiunti nella riduzione delle emissioni da deforestazione. In pratica, un *board* di scienziati ed esperti attesta, mediante un sistema di calcolo, la quota di

115 Fonte: World Resources Institute, Earth Trends Information Portal

116 Fonte: World Resources Institute, Earth Trends Information Portal

117 Il programma Redd (*Reducing Emissions from Deforestation and Degradation*) è promosso dalle Nazioni Unite in collaborazione con FAO, UNDP e UNEP. L'accordo è stato stipulato a fine 2007 nell'ambito della Conferenza di Bali

118 Fao, "Community based Fire Management: Case Studies from China, The Gambia, Honduras, India, the Lao People's Democratic Republic and Turkey", 2003

119 Fonte: [www.sustainablefoodlab.org](http://www.sustainablefoodlab.org)

120 Fonte: [www.amazonfund.org](http://www.amazonfund.org)

emissioni evitate grazie alla riduzione delle attività di disboscamento. L'organizzazione si contraddistingue anche per la stretta collaborazione con le autorità locali, con il Governo brasiliano, con l'organizzazione non governativa *Amazonia Association* e con la Banca Brasiliana per lo Sviluppo (*Brazilian Development Bank*).

■ **Regional Greenhouse Gas Initiative**<sup>121</sup>. Questa iniziativa è promossa da un'associazione non governativa creata per supportare, sviluppare e implementare, nei 10 Stati americani che vi partecipano, pratiche e strategie volte alla riduzione delle emissioni di gas serra. Ciò che la rende interessante è che per ridurre le emissioni i 10 Stati utilizzano un approccio basato sul mercato e sul relativo scambio di certificati (*cap-and-trade*). Si tratta del primo mercato obbligatorio negli Stati Uniti, sul quale vengono scambiati tra gli Stati le quote di emissioni di CO<sub>2</sub> e la fornitura di energia elettrica.

■ **New Zealand Sustainable Land Management and Climate Change Plan**<sup>122</sup>. Il governo neozelandese si è dimostrato particolarmente sensibile al tema del cambiamento climatico. Ha deciso pertanto di istituire un progetto volto alla diffusione della conoscenza del fenomeno e delle soluzioni e di impegnarsi per primo nella riduzione del proprio impatto ambientale. Una delle iniziative promosse che merita attenzione è la definizione di un piano quinquennale per la gestione del sostenibile del territorio e per il cambiamento climatico. Si intende favorire l'adattamento dell'agricoltura e della silvicoltura al cambiamento climatico attraverso incentivi finanziari (sono stati messi a disposizione circa 175 milioni di dollari nei 5 anni) da destinare agli operatori del settore agroalimentare e al mondo della ricerca scientifica, e un sistema di quote sulle emissioni (*cap-and-trade*) per indurre ad adottare comportamenti e pratiche ecosostenibili.

■ **BioCarbon Fund - World Bank**<sup>123</sup>. La Banca Mondiale ha istituito un fondo per il finanziamento di progetti rivolti a incrementare il sequestro e la conservazione del carbonio nelle foreste e nei terreni. Il fondo si contraddistingue per la sua natura pubblico-privata e per il successo che ha ricevuto nella fase di raccolta del denaro, raggiungendo una dotazione di 91,9 milioni di dollari.

■ **Global Ecolabelling Network**<sup>124</sup>. Dal punto di vista dei consumatori, invece, si tende a incentivare l'adozione di comportamenti ecosostenibili attraverso l'impiego di campagne di sensibilizzazione e comunicazione promosse perlopiù dalle associazioni. L'obiettivo è quello di diffondere maggiori conoscenza e consapevolezza dell'impatto che l'intero ciclo di vita di un prodotto agroalimentare (dalla produzione al consumo) può generare in termini di cambiamento climatico. A tal proposito, uno degli strumenti più efficaci è l'uso degli *Ecolabel*, ovvero di marchi che certificano l'uso di pratiche ge-

stionali e produttive nel pieno rispetto dell'ambiente da parte dei produttori. Questo strumento ha lo scopo di informare il consumatore dell'impatto ambientale relativo al prodotto acquistato. Si tratta in sostanza di un metodo di diffusione delle informazioni relative agli impatti che ogni singolo consumo comporta per l'ambiente, e di conseguenza permette all'acquirente di orientare le proprie scelte di acquisto anche sulla base della propria sensibilità ambientale.

Come abbiamo visto, gli strumenti che possono essere utilizzati sono molteplici. A prescindere dalla tipologia e dal soggetto promotore, gli incentivi e i sistemi di finanziamento dovrebbero rappresentare il mezzo per far sì che gli attori economici adottino le migliori pratiche nella gestione, produzione e distribuzione dei prodotti agroalimentari, con il fine ultimo di migliorare e incrementare la produzione alimentare e di fibra nel mondo e, al tempo stesso, ridurre il quantitativo di emissioni di gas serra nell'atmosfera.

## 5. LA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DELLE DIETE ALIMENTARI

### 5.1 *Climate Foodprint*: l'impatto ambientale del sistema alimentare

Il *Climate Foodprint* misura l'impatto sull'ambiente generato dalla produzione e dal consumo di cibo.

Il concetto di *Climate Foodprint* si inserisce nell'ambito del *Carbon Footprint* e, in ultima istanza, dell'*Ecological Footprint*, temi già trattati nel Capitolo 2 del presente rapporto. La produzione e il consumo di cibo, infatti, generano un impatto ambientale in termini di emissioni di CO<sub>2</sub> (*Carbon Footprint*) e in termini di consumo di terra (*Ecological Footprint*).

Pertanto, la tipologia, la composizione e la quantità di cibo prodotto e consumato incide in modo significativo sia sulle emissioni totali di CO<sub>2</sub>, quindi sul *Carbon Footprint*, sia sulla richiesta umana nei confronti della natura in termini di rapporto tra consumo di risorse e capacità della Terra di (ri)generarle.

Da alcuni studi condotti a tal proposito emerge una preoccupazione crescente circa le conseguenze ecologiche connesse al sistema di produzione e consumo di cibo adottato nei Paesi sviluppati<sup>125</sup>. Tali preoccupazioni hanno portato a formulare, nelle sedi istituzionali internazionali, *action plans* specifici con l'obiettivo di far adottare alle popolazioni dei vari Paesi modelli di produzione e consumo di cibo maggiormente sostenibili<sup>126</sup>.

121 Fonte: [www.rggi.org](http://www.rggi.org). I dieci Stati partecipanti sono: Connecticut, Delaware, Maine, Maryland, Massachusetts, New Hampshire, New Jersey, New York, Rhode Island e Vermont

122 Fonte: [www.climatechange.govt.nz](http://www.climatechange.govt.nz); [www.maf.govt.nz/climatechange/slm/](http://www.maf.govt.nz/climatechange/slm/)

123 Fonte: [wbcarbonfinance.org](http://wbcarbonfinance.org)

124 Fonte: [www.globalecolabelling.net](http://www.globalecolabelling.net); [http://ec.europa.eu/environment/gpp/projects\\_en](http://ec.europa.eu/environment/gpp/projects_en)

125 Loh J., Randers J., MacGillivray A., Kapos V., Jenkins M., Groombridge B., e Cox N. 1998. *Living Planet Report 1998: Over consumption is driving the rapid decline of the world's natural environments*. WWF International, Gland, Switzerland, New Economics Foundation, London e World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, UK; Parikh, J.K. and Painuly J.P. 1994. *Population, Consumption Patterns and Climate Change: A socio-economic perspective from the South*. *Ambio*, Vol. XXII, No. 7, pp. 434-437

Il cibo è una necessità primaria per il genere umano; quindi, poiché non si può pensare di comprimere le produzioni o i consumi, è necessario trovare modalità di produzione più sostenibili favorendo il consumo di quei cibi a minore impatto ambientale.

Il consumo di cibo impatta sull'ambiente con modalità differenti e relative al ciclo di vita del cibo stesso. In particolare, l'impatto si verifica a livello di<sup>127</sup>:

- produzione agricola;
- trasformazione;
- magazzinaggio;
- trasporto;
- preparazione;
- scarto.

In uno studio condotto in Svezia nel 1997<sup>128</sup>, è stato stimato come il 20% di tutta l'energia consumata nel Paese sia connessa alla catena di produzione e consumo di cibo.

In sintesi, il cibo ha un impatto rilevante sulle emissioni di CO<sub>2</sub>, responsabili del cambiamento climatico, e sul consumo di risorse naturali che rende maggiormente critica la capacità della Terra di (ri)generarle.

In quest'ottica, si è analizzato e stimato l'impatto in termini di CO<sub>2</sub> emessa e di impronta ecologica richiesta da due tipologie di dieta oggi prevalenti nel mondo occidentale: la **dieta nordamericana** e la **dieta mediterranea**.

La **dieta nordamericana**, che qualifica con forza il modello alimentare presente negli USA, è **caratterizzata da un consumo prevalente di carne e da un crescente consumo di dolci e alimenti contenenti alte concentrazioni di zuccheri e grassi**, quindi ad alto contenuto calorico.

Questa tendenza è in continuo aumento e negli ultimi trent'anni, mediamente, le calorie assunte da un americano sono aumentate di circa il 25% su base giornaliera. I dati in possesso al Dipartimento dell'Agricoltura in USA indicano come il consumatore medio, oltre a ingerire quantità sempre crescenti di cibo, preferisca ingerire quelle tipologie di alimenti a più alto contenuto calorico. In accordo con il *National Centre Health Statistics*, circa il 62% degli americani sono oggi in sovrappeso, rispetto al 46% di popolazione in sovrappeso degli anni Ottanta.

Nella tabella successiva si presentano, in sintesi, l'impronta ecologica e il *Carbon Footprint* che caratterizzano la dieta nordamericana.

Figura 75. La dieta nordamericana

| Indicatore               | Grammi al giorno | Ecological footprint m2 | Carbon footprint (fossil) g CO2 | Carbon footprint (bio) g CO2 |
|--------------------------|------------------|-------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Pasta                    | 220,1            | 3,1                     | 378,6                           | 323,5                        |
| Riso                     | 24,7             | 0,1                     | 11,5                            | 37,1                         |
| Carne rossa              | 242,3            | 15,0                    | 5.016,2                         | -                            |
| Carne bianca             | 80,8             | 0,2                     | 146,2                           | -                            |
| Pesce                    | 18,6             | 0,0                     | 12,9                            | -                            |
| Verdura                  | 531,9            | 3,7                     | 257,4                           | -                            |
| Frutta                   | 346,7            | 0,3                     | 52,0                            | 346,7                        |
| Uova                     | 41,1             | 0,3                     | 61,6                            | 139,7                        |
| Dolci                    | 188,9            | 4,0                     | 377,8                           | 283,3                        |
| Acqua minerale           | 900,0            | -                       | 94,2                            | -                            |
| Latte e prodotti caseari | 68,3             | 0,1                     | 88,9                            | 0,4                          |
| Vino                     | 5,0              | 0,1                     | 11,2                            | -                            |
| <b>TOTALI</b>            | <b>2.668,5</b>   | <b>26,8</b>             | <b>6.508,5</b>                  | <b>1.130,8</b>               |

Fonte: elaborazione The European House-Ambrosetti su dati United States Department of Agriculture e Studio LCE

La componente di *Carbon Footprint* si divide in due parti: quella cosiddetta Fossile, relativa all'emissione di CO<sub>2</sub> in atmosfera, e quella cosiddetta Bio, che fa riferimento al fatto che durante il processo di produzione di un cibo specifico viene assorbita CO<sub>2</sub> dall'atmosfera. Si consideri, ad esempio, che se da un lato al consumo finale di frutta è associato un determinato quantitativo di emissione di CO<sub>2</sub>, dall'altro lato la pianta da frutta assorbe CO<sub>2</sub> nel processo di fotosintesi clorofilliana. Dove disponibile, si è evidenziato e stimato tale effetto nella tabella precedente.

In sintesi, un individuo che si nutre seguendo la dieta nordamericana ha, ogni giorno, un'impronta ecologica di 26,8 m<sup>2</sup> e immette nell'atmosfera circa 5,4 kg di CO<sub>2</sub>.

La **dieta mediterranea**, che qualifica con forza il modello alimentare presente in Italia e in alcuni Paesi dell'area del Mediterraneo, è **caratterizzata prevalentemente da un consumo di carboidrati, frutta e verdura**.

La dieta mediterranea è riconosciuta da molti nutrizionisti e scienziati dell'alimentazione come una delle migliori diete da seguire per aumentare il benessere fisico e prevenire le malattie croniche, in particolare quelle cardiovascolari.

Figura 76. La dieta mediterranea

| Indicatore               | Grammi al giorno | Ecological footprint m2 | Carbon footprint (fossil) g CO2 | Carbon footprint (bio) g CO2 |
|--------------------------|------------------|-------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Pasta                    | 200,0            | 2,8                     | 343,9                           | 293,9                        |
| Riso                     | 51,6             | 0,2                     | 24,0                            | 77,4                         |
| Carne rossa              | 77,7             | 4,8                     | 1.608,4                         | -                            |
| Carne bianca             | 33,3             | 0,1                     | 60,3                            | -                            |
| Pesce                    | 45,0             | 0,1                     | 31,1                            | -                            |
| Verdura                  | 262,0            | 1,8                     | 126,8                           | -                            |
| Frutta                   | 208,0            | 0,2                     | 31,2                            | 208,0                        |
| Uova                     | 21,0             | 0,2                     | 31,5                            | 71,4                         |
| Dolci                    | 33,0             | 0,7                     | 66,0                            | 49,5                         |
| Acqua minerale           | 836,0            | -                       | 87,5                            | -                            |
| Latte e prodotti caseari | 158,0            | 0,2                     | 257,4                           | 1,2                          |
| Vino                     | 91,0             | 1,3                     | 203,8                           | -                            |
| <b>TOTALI</b>            | <b>2.856,4</b>   | <b>12,1</b>             | <b>2.872,8</b>                  | <b>-701,4</b>                |

Fonte: elaborazione The European House-Ambrosetti su dati Istituto Nazionale di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione - INRAN e Studio LCE

126 United Nations, 1993. *Agenda 21: United Nations Conference on Environment and Development*, Rio de Janeiro, Brazil. United Nations Department of Public Information, New York

127 Andersson K. 1998. *Life-Cycle Assessment (LCA) of Bread Produced on Different Scales: Case study*. AFR report 214, Swedish Waste Research Council, Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm, Sweden

128 Uhlin H-E. 1997. *Energiflöden i livsmedelskedjan. Rapport 4732*, Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm, Sweden



In sintesi, un individuo che si nutre seguendo la dieta mediterranea ha, ogni giorno, un'impronta ecologica di 12,3 m<sup>2</sup> e immette nell'atmosfera circa 2,2 kg di CO<sub>2</sub><sup>129</sup>.

La differenza che si riscontra nell'*Ecological Footprint* e nel *Carbon Footprint* tra la dieta nordamericana e quella mediterranea è da ricondurre principalmente ai seguenti fattori:

- la **quantità di cibo assunto**, che risulta superiore nel caso della dieta nordamericana;
- la **tipologia di cibo assunto**, che vede una prevalenza di carne e dolci nella dieta nordamericana e di carboidrati, frutta e verdura in quella mediterranea;
- la **composizione del cibo assunto**, che vede una prevalenza di cibi a maggior contenuto calorico nella dieta nordamericana rispetto alla dieta mediterranea, a parità di tipologia di alimenti.

Con l'obiettivo di fornire una stima non distorta dell'impatto ambientale delle due differenti diete, si è cercato di standardizzare i valori depurandoli dalla componente quantità di cibo e composizione di cibo mantenendo, invece, intatta la componente relativa alla tipologia di cibo assunto.

In altre parole, poiché non è possibile confrontare due diete che presentano differenze significative come quella mediterranea e nordamericana, si è cercato di depurare l'effetto sull'*Ecological Footprint* e sul *Carbon Footprint* prodotto dalla differente quantità di cibo e dal differente apporto calorico dello stesso, evidenziando così come le differenze in termini di impatto ambientale dipenda dal mix di cibo consumato.

Figura 77. Confronto tra dieta mediterranea e dieta nordamericana

|                                | Ecological footprint<br>m <sup>2</sup> | Carbon Footprint<br>(fossile-bio)<br>gCO <sub>2</sub> |
|--------------------------------|--|---|
| Mediterranea<br>(100 calorie)  | 0,76                                   | 132,97  |
| Nordamericana<br>(100 calorie) | 1,20                                   | 240,14  |
| Differenza                     | 57,9%                                  | 80,6%   |

Fonte: elaborazione The European House-Ambrosetti su dati Istituto Nazionale di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione - INRAN, United States Department of Agriculture e Studio LCE

I risultati evidenziano come, a parità di quantità e composizione di cibo, la dieta nordamericana abbia un impatto significativamente maggiore rispetto a quella mediterranea.

Nello specifico, l'assunzione di 100 calorie con la dieta nordamericana ha un'impronta ecologica superiore di circa il 58% rispetto all'assunzione di 100 calorie con la dieta mediterranea. In termini di *Carbon Footprint*, invece, 100 calorie assunte attraverso l'adozione della dieta nordamericana generano emissioni di CO<sub>2</sub> superiori dell'80% rispetto all'adozione della dieta mediterranea.

## 5.2 La "piramide alimentare" e l'impatto ambientale degli alimenti

L'attuale stile di vita occidentale è caratterizzato da grande disponibilità di cibo e da una sempre più diffusa sedentarietà, che portano a vivere una situazione di apparente benessere psico-fisico che spesso non corrisponde all'effettivo stato di salute.

Le abitudini alimentari si sono progressivamente arricchite di cibi ad alto contenuto di proteine, grassi saturi e zuccheri fino a superare l'apporto giornaliero di nutrienti necessario. Durante la giornata le occasioni per consumare cibo crescono, mentre all'esercizio fisico è dedicata, mediamente, una parte marginale del proprio tempo.

Come conseguenza, si verifica, in tutto l'occidente, uno squilibrio crescente tra calorie assunte e dispendio energetico, che si manifesta con un aumento di peso generalizzato della popolazione. Al fine di orientare la popolazione verso comportamenti alimentari più equilibrati, il Ministero della Salute italiano ha commissionato uno studio con il compito di elaborare un modello di dieta di riferimento, coerente sia con lo stile di vita attuale sia con la tradizione alimentare italiana<sup>130</sup>.

I risultati di questo studio hanno portato a individuare la piramide settimanale dello stile di vita, che si basa sulla definizione di Quantità Benessere (QB) riferita sia al cibo sia all'attività fisica. La Quantità di Benessere indica il numero di porzioni, la cui quantità è riportata nella tabella successiva, che dovrebbero essere assunte nel corso di una settimana o nell'arco di una giornata, ove possibile.

<sup>129</sup> L'approccio utilizzato per il calcolo degli indicatori relativi all'impronta ecologica e al Carbon Footprint è basato sull'analisi del ciclo di vita che permette di studiare in maniera completa i sistemi produttivi da un punto di vista ambientale seguendo passo per passo il cammino percorso dalle materie prime, a partire dalla loro estrazione, attraverso tutti i processi di trasformazione e di trasporto, fino al loro ritorno alla terra sotto forma di rifiuti. Questo approccio "allargato" evita di rendere più efficiente, o "più pulita", una singola operazione industriale a spese di altre semplicemente trasferendo l'inquinamento nello spazio o nel tempo, trascurando il fatto che i benefici ottenuti localmente possono essere controbilanciati dai problemi che di conseguenza si generano altrove (o più avanti nel tempo), con il risultato finale di non ottenere nessun reale miglioramento o addirittura di peggiorare il bilancio complessivo. L'applicazione della metodologia LCA, e più in generale dell'approccio life cycle thinking, si è diffusa a partire dagli anni '90 prevalentemente nel settore industriale mentre è relativamente recente nel settore agroalimentare. Maggiori informazioni sul metodo LCA sono disponibili sul testo G.L. Baldo, M. Marino, S. Rossi, *Analisi del ciclo di vita LCA, Materiali, prodotti, processi* - Edizioni Ambiente, Milano 2008. I dati utilizzati in questo paper provengono da due tipologie di fonti: elaborazioni dirette per i prodotti realizzati da Barilla; banche dati pubbliche e commerciali per gli altri prodotti alimentari. Per quanto riguarda le banche dati, data la recente applicazione del metodo LCA al settore Food, le informazioni non sono caratterizzate da un livello di affidabilità omogeneo e soprattutto non sempre forniscono la possibilità di ricostruire i dati forniti

<sup>130</sup> Piramide Alimentare Italiana: guida settimanale per uno stile di vita salutare, Sezione di Scienza dell'Alimentazione, Dipartimento di Fisiopatologia Medica, Università Sapienza di Roma, 2003

Figura 78. Alimenti, porzioni e Quantità di Benessere settimanale e quotidiana

|                             |                      | Grammi a porzione | Quantità di Benessere (QB) settimanali | Quantità di Benessere (QB) quotidiane |
|-----------------------------|----------------------|-------------------|--|---------------------------------------|
| Ortaggi e frutta            | Ortaggi              | 250               | 7                                      | 1.0                                   |
|                             | Insalata Fresca      | 50                | 7                                      | 1.0                                   |
|                             | Frutta               | 150               | 21                                     | 3.0                                   |
| Cereali e tuberi            | Pane                 | 50                | 16                                     | 2.3                                   |
|                             | Pasta e Riso         | 200               | 8                                      | 1.1                                   |
|                             | Prodotti da forno    | 20                | 7                                      | 1.0                                   |
|                             | Patate               | 200               | 2                                      | 0.3                                   |
| Carne, Pesce, Uova e Legumi | Carne                | 100               | 5                                      | 0.7                                   |
|                             | Salumi               | 50                | 3                                      | 0.4                                   |
|                             | Pesce                | 150               | 2                                      | 0.3                                   |
|                             | Uova                 | 60                | 2                                      | 0.3                                   |
|                             | Legumi               | 100               | 2                                      | 0.3                                   |
| Latte e derivati            | Latte                | 125               | 7                                      | 1.0                                   |
|                             | Yogurt               | 125               | 7                                      | 1.0                                   |
|                             | Formaggio fresco     | 100               | 2                                      | 0.3                                   |
|                             | Formaggio stagionato | 50                | 2                                      | 0.3                                   |
| Condimenti e zuccheri       | Burro                | 10                | 5                                      | 0.7                                   |
|                             | Zucchero             | 5                 | 21                                     | 3.0                                   |
| Bevande                     | Vino                 | 100               | 3                                      | 0.4                                   |
|                             | Birra                | 330               | 4                                      | 0.6                                   |
|                             | Acqua                | 1200              | 7                                      | 1.0                                   |

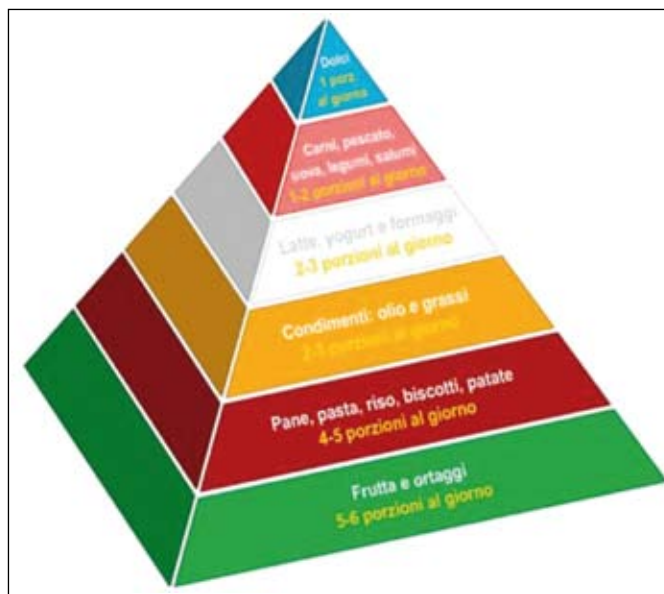
Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti su Dipartimento di Fisiopatologia Medica, Università Sapienza di Roma

Un eccessivo consumo di un solo alimento o un'alimentazione basata su pochi alimenti comporta, quasi sempre, squilibri nutrizionali. Oltre al cibo, che apporta energia, è importante assumere ogni giorno un quantitativo di acqua per compensare le perdite dovute alla traspirazione attraverso la pelle e le mucose. Nel complesso, il fabbisogno giornaliero di acqua è di 1 ml/kcal di energia consumata, pertanto l'apporto giornaliero consigliato è di circa 2 litri al giorno, da soddisfare con i cibi e le bevande. Se si considera che una parte di acqua viene introdotta con gli alimenti (600-800 ml), la rimanente parte deve essere assunta con le bevande (circa 1.200 ml).

Come si può osservare nella figura successiva, la piramide alimentare si articola in sei piani in cui sono disposti, in modo scalare, i vari gruppi di alimenti, indicati con colori diversi per sottolineare che ciascuno è caratterizzato da un differente contenuto di nutrienti e richiede un differente consumo di porzioni.

Alla base della piramide si trovano gli alimenti di origine vegetale, che sono caratteristici della dieta mediterranea, per la loro abbondanza in nutrienti non energetici (vitamine, sali minerali, acqua) e di composti protettivi (fibre e composti bioattivi di origine vegetale). Salendo da un piano all'altro si trovano gli alimenti a maggiore densità energetica, che sono caratteristici della dieta nordamericana, che andrebbero consumati in minore quantità al fine di evitare il sovrappeso.

Figura 79. La piramide alimentare



Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti su Dipartimento di Fisiopatologia Medica, Università Sapienza di Roma

Più in dettaglio, la frutta e gli ortaggi, che si trovano alla base della piramide, hanno un ridotto contenuto calorico e forniscono all'organismo acqua, proteine, carboidrati, vitamine, minerali e fibra. Il contenuto di proteine è molto basso, così come è molto ridotto il contenuto di grassi. L'apporto di carboidrati della frutta e degli ortaggi consiste soprattutto di zuccheri semplici, facilmente utilizzabili dall'organismo, e di poco amido. Gli alimenti di origine vegetale sono la fonte principale di fibra che, oltre a regolarizzare la funzione intestinale, contribuisce al raggiungimento del senso di sazietà e quindi ad aiutare a contenere il consumo di alimenti ad elevata densità energetica.

Nel secondo livello si trovano la pasta, il riso, le patate, il pane e i biscotti. La pasta è un alimento ricco di amido, con un discreto contenuto di proteine e con una quota lipidica irrilevante. Il riso, come tutti i cereali, ha un elevato contenuto di amido, un basso contenuto di proteine e uno ancora più contenuto di grassi; contiene, inoltre, piccole quantità di vitamine del gruppo B e minerali. La patata ha un contenuto di grassi e proteine molto ridotto, mentre è ricca di amido e carboidrati; rappresenta, infine, una delle fonti più importanti di potassio, fosforo e calcio. I biscotti sono costituiti da più ingredienti e hanno una composizione in termini di nutrienti e un valore energetico estremamente variabili; a livello generale, importante è il contenuto in zuccheri semplici, mentre è molto variabile il contenuto di grassi. Infine il pane è un alimento di prima necessità, in quanto apporta all'organismo la quota di carboidrati necessaria ad assicurare il miglior carburante all'organismo umano per produrre l'energia.

Nel terzo livello della piramide alimentare si trovano i condimenti. L'olio extra vergine di oliva è composto da trigliceridi, acidi grassi essenziali, vitamina E e comprende anche sostanze quali ipolifenoli e i fitosteroli, che esplicano azioni protettive per l'organismo umano. Il grasso, invece, è costituito da acidi grassi a catena corta e media.

Nel quarto livello della piramide alimentare si trovano il latte, lo yogurt e i formaggi. Il latte è composto per quasi il 90% da acqua in cui sono disperse tracce di proteine di alto valore biologico, grassi in prevalenza saturi a catena corta e facilmente digeribili e zuccheri (rappresentati soprattutto dal lattosio, costituito da galattosio e glucosio). Le vitamine presenti nel latte in quantità consistenti sono la A, B1, B2, B12 e l'acido pantotenico. Il latte inoltre è la fonte principale di calcio per la nutrizione umana. Lo yogurt, come il latte, è un alimento di alto valore nutrizionale, ma può essere più digeribile per chi è intollerante al lattosio per la presenza di lattasi batterica. I formaggi contengono proteine e grassi, mentre è quasi nullo il contenuto di carboidrati. Di particolare interesse è il contenuto in calcio, presente in una forma altamente biodisponibile, che contribuisce in modo rilevante a soddisfare il fabbisogno dell'organismo umano. Elevato è anche il contenuto di sodio. Le vitamine del gruppo B sono presenti in piccole quantità, mentre buona è la quantità di vitamina A.

Nel quinto livello della piramide alimentare si collocano le carni, il pesce, le uova, i legumi e i salumi. Il consumo di carne è fondamentale in quanto contribuisce all'apporto di proteine di elevata qualità, necessarie per la formazione dei muscoli. Circa la metà delle proteine della carne è costituita da aminoacidi essenziali per l'organismo umano. Il contenuto in grassi è variabile: può risultare quasi nullo o vicino al 30%, in base alla tipologia della carne. I grassi sono prevalentemente saturi e monoinsaturi, mentre pochi sono quelli polinsaturi. Nella carne sono presenti le vitamine del gruppo B (in particolare la B12), il selenio, il rame e lo zinco. Il pesce contiene proteine di elevato valore biologico e quantità variabili di grassi, che possono raggiungere anche il 10% del peso. Nei grassi dei pesci sono presenti gli acidi grassi polinsaturi, che appartengono alla categoria degli acidi grassi essenziali. La famiglia degli acidi grassi omega-3 in particolare è ritenuta benefica nella prevenzione delle malattie cardiocircolatorie. Le uova contengono proteine a un valore biologico così elevato che per anni la composizione proteica dell'uovo è stata il riferimento per valutare la qualità delle proteine degli altri alimenti. I legumi sono gli alimenti vegetali a più alto contenuto proteico e presentano anche un elevato contenuto in fibra. I legumi sono una fonte di vitamine del gruppo B (B1 e B2), niacina e folati, forniscono sali minerali, contenendo discrete quantità di ferro, zinco e calcio. I salumi, infine, forniscono proteine di ottima qualità, in quanto ricche di aminoacidi essenziali e facilmente digeribili. Sono una buona fonte di vitamine del gruppo B, soprattutto B1, niacina e B12, e di minerali quali ferro e zinco, e rappresentano un'alternativa al consumo di carne.

Nel sesto e ultimo livello della piramide alimentare si collocano i dolci, come lo zucchero e il miele. Lo zucchero, o saccarosio, è un disaccaride costituito da una molecola di glucosio e una di fruttosio e rappresenta il carburante migliore per le cellule dei

muscoli e del cervello. Il miele è composto da glucosio e fruttosio in una percentuale che va dal 30% al 40%. Contiene anche il 20% di acqua e in minori quantità altri due zuccheri, il maltosio e il saccarosio.

Dopo aver analizzato la piramide alimentare e la composizione della stessa, nella tabella successiva si presentano l'impronta ecologica e il *Carbon Footprint*, nelle due componenti fossile e bio, per gli alimenti che compongono la piramide alimentare.

Figura 80. Impronta ecologica e emissioni di CO<sub>2</sub> degli alimenti che compongono la piramide alimentare

|                      | Grammi a porzione | Quantità di Benessere (QB) settimanali | Quantità di Benessere (QB) quotidiane | Ecological footprint m <sup>2</sup> | Carbon footprint (fossil) g CO <sub>2</sub> | Carbon footprint (bio) g CO <sub>2</sub> |
|----------------------|-------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|---|--|
| Ortaggi              | 250               | 7                                      | 1,0                                   | 1,72                                | 121,0                                       | -  |
| Insalata Fresca      | 50                | 7                                      | 1,0                                   | 0,34                                | 24,2  | -  |
| Frutta               | 150               | 21                                     | 3,0                                   | 0,15                                | 22,5  | 150,0                                    |
| Pane                 | 50                | 15                                     | 2,3                                   | 0,70                                | 85,0  | 73,5                                     |
| Pasta e Riso         | 200               | 8                                      | 1,1                                   | 1,84                                | 218,0                                       | 297,0                                    |
| Prodotto da Forno    | 20                | 7                                      | 1,0                                   | 0,42                                | 45,0  | 30,0                                     |
| Patate               | 200               | 2                                      | 0,3                                   | 2,80                                | 344,0                                       | 234,0                                    |
| Carne                | 100               | 15                                     | 0,7                                   | 3,20                                | 1.125,0                                     | -  |
| Salumi               | 50                | 3                                      | 0,4                                   | 3,10                                | 1.035,0                                     | -  |
| Pesce                | 150               | 2                                      | 0,3                                   | 0,32                                | 109,8                                       | -  |
| Uova                 | 40                | 2                                      | 0,3                                   | 0,43                                | 30,0  | 204,0                                    |
| Legumi               | 100               | 2                                      | 0,3                                   | 0,69                                | 48,4  | -  |
| Latte                | 125               | 7                                      | 1,0                                   | 0,13                                | 156,0                                       | 0,7                                      |
| Yogurt               | 125               | 7                                      | 1,0                                   | 0,13                                | 156,0                                       | 0,7                                      |
| Formaggio fresco     | 100               | 2                                      | 0,3                                   | 0,11                                | 130,0                                       | 0,6                                      |
| Formaggio stagionato | 50                | 2                                      | 0,3                                   | 0,06                                | 65,0  | 0,3                                      |
| Burro                | 10                | 5                                      | 0,7                                   | -                                   | -   | -  |
| Zucchero             | 5                 | 21                                     | 3,0                                   | -                                   | -   | -  |
| Miele                | 100               | 3                                      | 0,4                                   | 1,39                                | 224,0                                       | -  |
| Birra                | 330               | 4                                      | 0,6                                   | -                                   | -   | -  |
| Acqua                | 1200              | 7                                      | 1,0                                   | -                                   | 125,0                                       | -  |

Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti su Dipartimento di Fisiopatologia Medica, Università Sapienza di Roma e Studio LCE

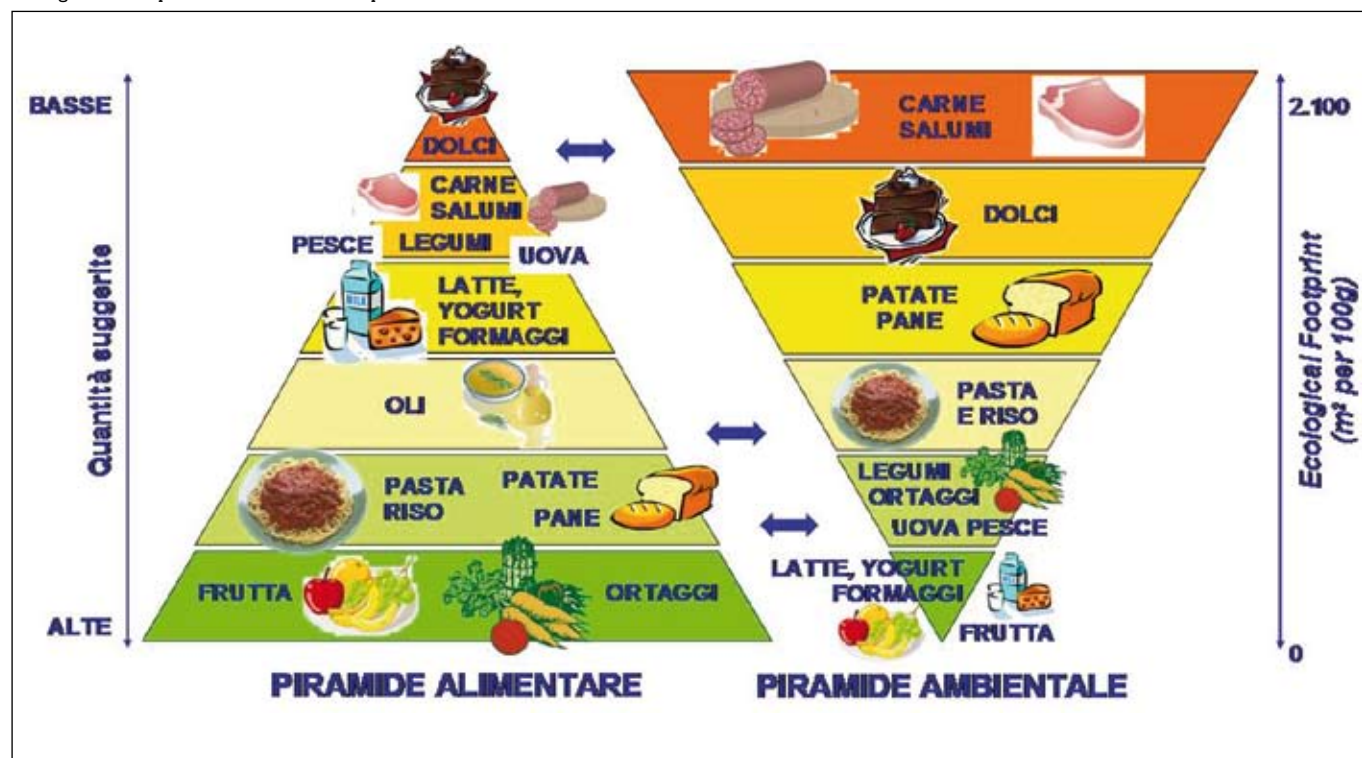
Dalla tabella si evince ancora una volta come **alimenti che si trovano agli ultimi livelli della piramide alimentare** (ad esempio, carni e salumi) siano anche quelli con **maggiore impatto ambientale in termini di impronta ecologica e di emissioni di gas serra**.

In particolare, appare interessante accostare alla piramide alimentare una "**piramide ambientale**", costruita prendendo in considerazione l'impatto ambientale (misurato attraverso l'*Ecological Footprint*) dei diversi alimenti che compongono la piramide alimentare stessa. In questo modo si ottiene una piramide "rovesciata" (Figura 81), dove al vertice, posto in basso, troviamo gli alimenti con un basso impatto ambientale (*in primis* la frutta, ma anche latte e derivati, pesce, uova e ortaggi e, al livello successivo, pasta<sup>131</sup> e riso), mentre alla base - posta in alto - si collocano gli alimenti la cui produzione comporta un consumo più elevato di risorse ambientali (soprattutto carne, salumi e dolci). Osservando la figura si può notare per alcuni prodotti un elevato livello di **corrispondenza tra maggiore consumo suggerito e minor impatto ambientale** (frutta, ortaggi, pasta e riso). La stessa correlazione si osserva per prodotti come carne, salumi e dolci, il cui consumo suggerito è - in termini relativi - modesto, a fronte di un **impatto ambientale significativo**.

131 Si noti che il valore dell'*Ecological Footprint* della pasta utilizzato nell'analisi comprende tutto il ciclo di produzione del grano, fino al trasporto del prodotto finito verso le piattaforme, in quanto dato costruito ad hoc per l'analisi e che sarà oggetto di ulteriori revisioni ed aggiornamenti. Al contrario, i valori relativi agli altri alimenti si riferiscono prevalentemente alla fase agricola, in quanto derivati da una banca dati che non considera l'impatto in termini di emissioni di tutte le fasi produttive. Pertanto, l'impatto ambientale della pasta risulta sovradimensionato rispetto agli altri alimenti con cui è confrontata



Figura 81. La piramide alimentare e la piramide ambientale



Fonte: rielaborazione The European House-Ambrosetti da varie fonti

# Parte C: raccomandazioni

## 6. LE AREE DI INTERVENTO

**I**l tema del cambiamento climatico è stato nel corso degli ultimi anni ampiamente dibattuto sia con riferimento agli elementi trasversali comuni a molti settori di attività (ricordiamo per tutte le politiche energetiche), sia relativamente ad aspetti più specifici, legati ad alcune *industry*.

I legami tra alimentazione, filiere agroalimentari e *climate change* sono oggi oggetto di crescente attenzione da parte delle organizzazioni internazionali e dei *policy maker*; tanto che nel protocollo di negoziazione di Copenhagen per la prima volta verranno inseriti specifici obiettivi di riduzione dell'impatto ambientale da parte del settore agroalimentare.

Si segnala d'altra parte la non **adeguata consapevolezza** della rilevanza della sfida e delle sue implicazioni (anche in termini di specifiche responsabilità) né da parte della comunità degli operatori del settore, su scala nazionale ma anche internazionale, né dei consumatori dei prodotti provenienti dal settore agroalimentare.

Prima di addentrarci nel merito delle raccomandazioni<sup>132</sup> che riteniamo opportuno formulare, è bene precisare tre principi fondamentali di cui si è tenuto conto. Si tratta di assunti di partenza, alla luce dei quali interpretare le raccomandazioni stesse e i relativi sviluppi operativi.

Nello specifico:

- **UNA RESPONSABILITÀ CONDIVISA A TUTTI I LIVELLI.** La responsabilità del cambiamento climatico è - nei fatti, così come dovrebbe esserlo nella consapevolezza - di tutti gli attori in campo: i **Cittadini/Consumatori**, i **Policy Maker**, le **Imprese/Operatori Economici**, i **Centri di Ricerca**, le **Università** e le **ONG**, seppure con sfumature e pesi diversi. Per questo, anche l'onere della risposta, attraverso specifiche strategie, definite e comunicate con chiarezza, deve toccare tutti i soggetti in grado di incidere sul risultato complessivo. E' solo dall'azione sinergica e coordinata di Cittadini/Consumatori, Imprese (attive sia nell'ambito della produzione che della distribuzione), ONG, Centri di Ricerca e Autorità Pubbliche che possono sfociare soluzioni efficaci di un problema

complesso (si veda a tale proposito la Figura 82);

- **LA CRISI ECONOMICA COME FATTORE DI ACCELERAZIONE VERSO LA LOW CARBON ECONOMY.** L'attuale fase di crisi economica non è una ragione per rinviare la discussione e la risoluzione di problemi legati ai fenomeni di cambiamento climatico. Non solo perché il rinvio aggrava un quadro di per sé già preoccupante, ma anche perché la possibilità di dare vita a un'economia *low carbon emission* costituisce un'opportunità straordinaria dal punto di vista economico e tecnologico. Nella realtà dei fatti, in alcuni casi, questo sta già accadendo e vi sono evidenze di Governi ed imprese che cercano, con realismo e nel rispetto degli equilibri economici e sociali, di imprimere un'accelerazione in questo senso. Soprattutto l'Europa, che è da sempre all'avanguardia sui temi della tutela ambientale, deve continuare a imprimere la sua forza propulsiva nel processo di gestione sovranazionale dell'emergenza climatica;
- **FOCUS SUL SETTORE AGROALIMENTARE.** Secondo la natura e la missione del Barilla Center for Food & Nutrition, il perimetro delle raccomandazioni di seguito riportate è relativo al **settore agroalimentare e, più in generale, al mondo dell'alimentazione**. Non vengono formulati pertanto suggerimenti su aspetti di estremo rilievo ma di portata più ampia, trasversali a tutti i settori di attività. Ci si riferisce, in particolare, agli aspetti energetici e alla realtà dei trasporti. Un maggiore ricorso alle energie rinnovabili *non oil based* e la riduzione dell'impatto dei trasporti sono infatti passaggi obbligati nella lotta al cambiamento climatico di origine antropica e ai suoi effetti negativi. Non sono qui approfonditi non per sottovalutazione della loro importanza, ma per una precisa scelta di campo.

Ciò premesso, sono sei - a nostro giudizio - le aree prioritarie di intervento, di seguito indicate. In sintesi, si tratta di:

### 1. PROMUOVERE E DIFFONDERE L'IMPIEGO DI INDICATORI DI IMPATTO AMBIENTALE OGGETTIVI, SEMPLICI E COMUNICABILI

Si fa riferimento a tutte le attività individuali, sociali ed economiche, per promuovere una crescente consapevolezza degli impatti sull'ecosistema e favorire l'emergere di comportamenti virtuosi. Le logiche di *Lifecycle Assessment* dei prodotti, ad

<sup>132</sup> Le raccomandazioni sono state elaborate facendo riferimento, come base conoscitiva scientificamente valida e condivisa, ai dati ed alle pubblicazioni di importanti istituti e centri di ricerca internazionali, tra cui l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), l'UNEP (United Nations Environment Programme), la FAO (Food and Agriculture Organization), la IEA (International Energy Agency) e la EEA (European Environment Agency), oltre ad alcune tra le più prestigiose Università internazionali

esempio, vanno esattamente nella direzione desiderata, esprimendo il tentativo di tenere conto di ciò che accade in ogni fase della lavorazione, della logistica e del consumo, secondo una logica sistemica e integrata. In particolare, riteniamo fondamentale favorire l'impiego oltre che del *Carbon Footprint* anche dell'*Ecological Footprint* quale strumento di valutazione complessiva degli impatti ambientali delle persone, delle imprese (di produzione e di distribuzione, all'interno di ogni settore), e degli Stati, al fine di valutare le migliori strategie di intervento e misurarne lo stato di avanzamento. L'*Ecological Footprint* è un indicatore allo stesso tempo completo, intuitivo e facilmente comunicabile.

## 2. INCORAGGIARE POLITICHE ECONOMICHE E SISTEMI DI INCENTIVI / DISINCENTIVI EQUI ED EFFICACI

A fronte di un'ampia condivisione del principio a livello teorico, la ricerca di soluzioni condivise e accettate appare – come è ovvio – più difficile. Oggi il dibattito registra posizioni diverse relativamente a temi quali: l'efficacia del mercato dei certificati di scambio delle emissioni di anidride carbonica; l'uso della leva fiscale; l'introduzione di incentivi verso l'acquisto di beni e servizi a maggiore sostenibilità ambientale. L'adozione sempre più ampia di politiche basate su strumenti di politica economica che fanno leva su questi meccanismi di internalizzazione del costo delle emissioni, costituisce la condizione essenziale per il passaggio verso un assetto economico maggiormente sostenibile.

## 3. RI-LOCALIZZARE LE COLTURE, RIDURRE L'INCIDENZA DELL'ALLEVAMENTO, SALVAGUARDARE IL PATRIMONIO FORESTALE

Occorre prendere atto dei probabili effetti del cambiamento climatico, sia in termini di impatti sulla produttività agricola (impoverimento di alcune aree geografiche), sia delle strategie di prevenzione oggi indispensabili (riduzione dell'impatto ecologico delle attività di zootecnia), al fine di gestire attivamente i processi in atto e attutirne gli inevitabili impatti economici e sociali. Il processo di deforestazione in atto in diverse regioni del Mondo, finalizzato alla produzione di estratti vegetali (ad esempio, l'olio di palma in Indonesia) determina una produzione di gas a effetto serra notevolmente superiore, oltre ad una significativa riduzione della bio-capacità del territorio.

## 4. FAVORIRE L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA E PROMUOVERE TECNICHE DI COLTIVAZIONE SOSTENIBILI (*BEST PRACTICE*)

Al riguardo l'IPCC ha prodotto linee guida che raccolgono un elevato livello di consenso scientifico, e che possono essere efficacemente implementate. Del resto, non si può rispondere a una sfida come quella del *climate change* con strumenti del passato: occorre investire sull'innovazione tecnologica e sul trasferimento di conoscenza dal mondo della ricerca a quello delle imprese. L'introduzione di fertilizzanti a minor impatto ambientale e il ricorso a migliori prassi di utilizzo degli stessi costituiscono una delle sfide prioritarie.

## 5. PROMUOVERE POLITICHE DI COMUNICAZIONE TRASPARENTE (FINO AL *GREEN LABELLING*)

Si tratta di promuovere una comunicazione maggiormente trasparente relativamente agli impatti ambientali dei singoli prodotti lungo tutto il loro ciclo di vita.

Una corretta informazione ai consumatori e ai vari operatori economici lungo tutta la *supply chain* è il prerequisito per l'adozione di stili di consumo più responsabili in termini di utilizzo delle risorse naturali da parte dei cittadini.

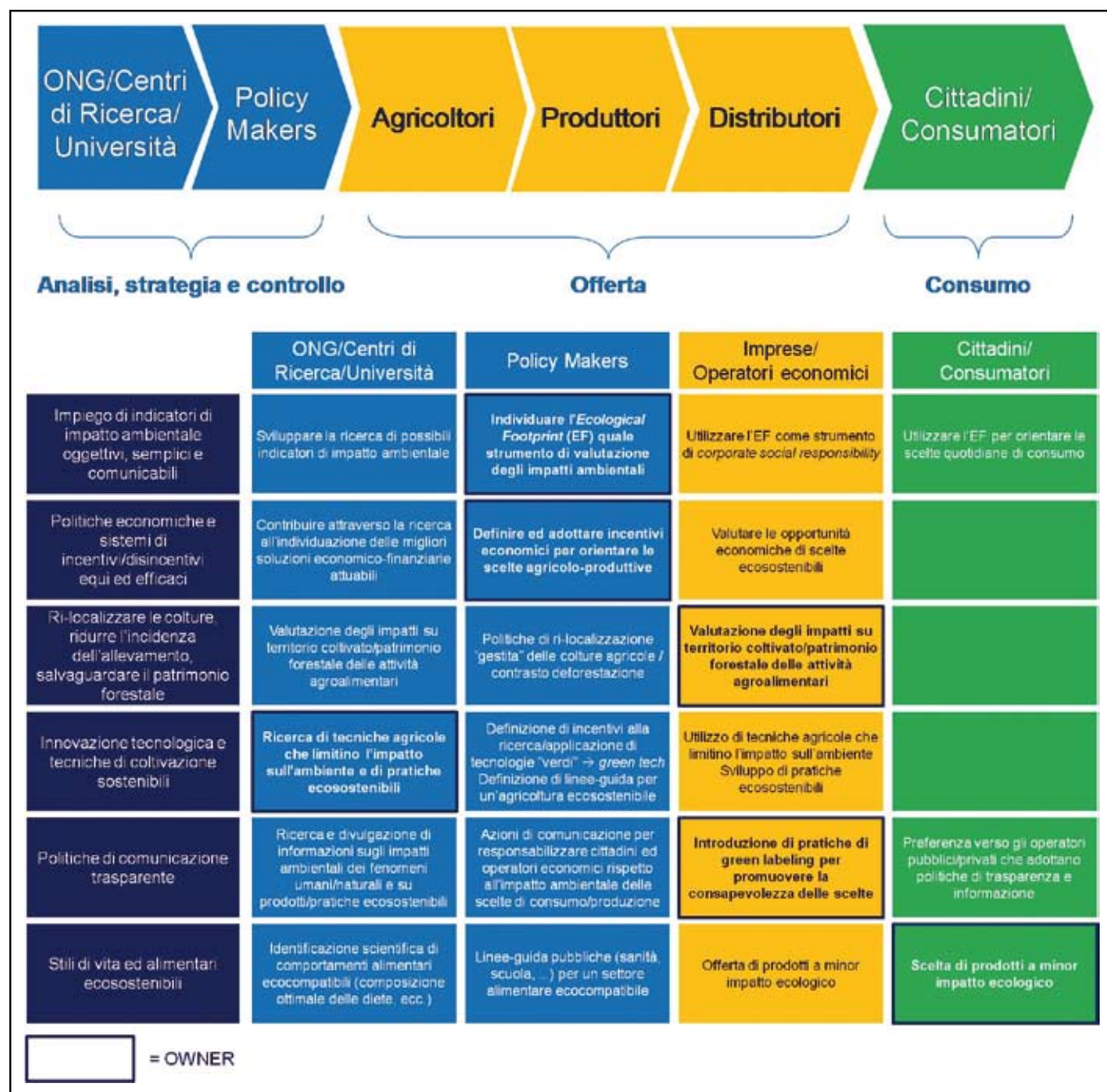
## 6. PROMUOVERE STILI DI VITA ED ALIMENTARI ECOSOSTENIBILI

Su questo versante vari temi meritano di venire citati: dall'eccesso del consumo di carne a livello mondiale (alla luce dell'*Ecological Footprint* connesso alle attività zootecniche), all'esigenza di ripensare il sistema dei trasporti dei prodotti agricoli per favorire un consumo maggiormente di prossimità, laddove possibile, a un consumo più orientato al rispetto dei cicli stagionali.

La realizzazione delle azioni indicate implica tanto una corresponsabilità tra i diversi attori quanto l'esigenza che vi sia un *process owner* responsabile di dare avvio e gestire – in chiave di regia e visione di insieme – l'intero processo. Partendo dal modello riportato in Figura 82, dove si sintetizzano i diversi attori del settore agroalimentare coinvolti, andremo ad approfondire in maggior dettaglio le sei azioni prioritarie ognuna idealmente riconducibile (in termini di responsabilità) ad almeno uno dei soggetti indicati.





Figura 82: La catena delle responsabilità del *Climate Change* e le raccomandazioni proposte

Affrontiamo dunque in maggior dettaglio ciascuno di questi aspetti.

### 1. PROMUOVERE E DIFFONDERE L'IMPIEGO DI INDICATORI DI IMPATTO AMBIENTALE OGGETTIVI, SEMPLICI E COMUNICABILI

In particolare, riteniamo fondamentale favorire l'impiego dell'*Ecological Footprint* quale strumento di valutazione complessiva degli impatti ambientali delle **persone**, delle **imprese** (di produzione e di distribuzione, all'interno di ogni settore), degli **Stati**, al fine di valutare le migliori strategie di intervento

e misurarne lo stato di avanzamento. Si tratta di un indicatore che mette in relazione il consumo umano di risorse naturali con la capacità del nostro pianeta di rigenerarle, e misura l'area biologicamente produttiva necessaria per produrre le risorse consumate dall'uomo e per assorbire i rifiuti che genera. Poiché considera tutte le principali categorie di territorio interessate dalle attività dell'uomo (si veda il paragrafo 2.2 del presente documento) e le riconduce ad una misura comune (ettaro globale equivalente), attribuendo a ciascuna un peso proporzionale alla sua produttività media mondiale, appare un indicatore allo stesso tempo completo, intuitivo e facilmente comunicabile<sup>133</sup>.

A nostro avviso l'utilità di un tale indicatore di impatto ambientale appare rilevante tanto a livello di **Governi ed Istituzioni**, quanto a livello di **singole aziende e consumatori finali**.

Infatti, l'*Ecological Footprint* rappresenta per i Governi sia uno strumento per monitorare e regolamentare l'effettivo impatto ambientale delle attività che si sviluppano sul proprio territorio, sia per valutare e misurare i risultati delle politiche di sostenibilità messe in atto, in modo da poter sviluppare anche sistemi premianti/sanzionatori. A tale riguardo recentemente l'Unione Europea ha giudicato l'*Ecological Footprint* come un indicatore molto efficace per valutare e comunicare i progressi compiuti dalla propria *Sustainable Use of Natural Resources Strategy*, strategia lanciata nel 2005 che riconosce per l'Europa la necessità di incrementare l'efficienza nell'utilizzo delle risorse naturali, in quanto elemento imprescindibile per il suo sviluppo economico futuro e la conservazione dell'ambiente.

Per le aziende può rappresentare sia uno strumento capace di valutare la sostenibilità ambientale dei propri processi produttivi, in modo da individuare le aree di ottimizzazione ed ottenere così dei miglioramenti in chiave competitiva, sia un indicatore utilizzabile nelle logiche di comunicazione e marketing; infatti, se impiegato per misurare l'impatto ambientale dei singoli prodotti e servizi, viene percepito dal consumatore come testimonianza dell'attenzione posta dall'azienda ai temi di sostenibilità ambientale.

Infine, l'*Ecological Footprint* può rappresentare per il singolo consumatore finale uno strumento semplice per accrescere la consapevolezza dell'impatto delle proprie abitudini (tra cui quelle alimentari) sul Pianeta e valutare e indirizzare le proprie scelte dal punto di vista della sostenibilità ambientale.

## 2. INCORAGGIARE POLITICHE ECONOMICHE E SISTEMI DI INCENTIVI / DISINCENTIVI EQUI ED EFFICACI

Al di là delle specifiche soluzioni adottate (imposizione fiscale, mercato di scambio di certificati, ecc.), due devono essere le caratteristiche essenziali di una buona politica economica volta a superare le criticità del *climate change*:

- **l'efficacia dei risultati** complessivi, in assenza di **elementi fortemente distortivi dei comportamenti**. Su questo tema (possibile incentivo verso comportamenti *unfair*) più che sull'inefficacia complessiva (al contrario sufficientemente elevata) verte la critica che molti economisti rivolgono ad alcune soluzioni di mercato, con forzature - ad esempio - dei meccanismi di *clean development* (si veda il paragrafo 3.1.1). In realtà il modello ha però fin qui funzionato abbastanza bene, anche se si rendono necessarie delle revisioni e dei miglioramenti in vista della valutazione che ne dovrà essere data nel 2012;

- **l'equità sostanziale** delle soluzioni individuate. Da questo punto di vista va sottolineato l'aspetto segnaletico della leva fiscale e dei sistemi di incentivi / disincentivi nell'orientare i comportamenti della collettività. Per questo, occorre che - al di là delle specifiche soluzioni individuate - i costi associati a comportamenti non corretti, nella misura in cui conosciuti, siano ripartiti equamente lungo l'intera filiera approvvigionamento-produzione-distribuzione-consumo.

## 3. RI-LOCALIZZARE LE COLTURE, RIDURRE L'INCIDENZA DELL'ALLEVAMENTO, SALVAGUARDARE IL PATRIMONIO FORESTALE

Le evidenze prodotte nel corso del lavoro in oggetto mostrano come lo scenario al quale viene oggi assegnata maggiore probabilità di verificarsi prevede una futura diminuzione della produttività agricola, in assenza di interventi radicali, a parità di superficie agricola lavorata (si veda il capitolo 4). Inoltre, gli effetti dei cambiamenti climatici potrebbero incidere negativamente su alcune aree geografiche e sulla loro capacità di garantire adeguati livelli di produzione rispetto ai volumi attuali, soprattutto a causa dell'innalzamento della temperatura e di più severe condizioni di accesso alle risorse idriche (gli impatti più rilevanti si dovrebbero registrare nella fascia equatoriale, nell'area del Mediterraneo, in Australia, ecc.). In sintesi, si potrebbe assistere ad uno **spostamento verso Nord dell'asse latitudinale ottimale** per la coltivazione di una percentuale estremamente significativa di colture.

Si tratta di un fenomeno che deve essere contrastato, nei limiti del possibile, ma che richiede nel contempo l'adozione di piani di medio-lungo termine finalizzati alla gestione degli effetti, potenzialmente devastanti per intere aree del Pianeta, di tali fenomeni. Occorre definire una visione del futuro chiara, alla luce dei possibili sviluppi dello scenario, cui agganciare scelte concrete di politica economica, in ottica sovra-nazionale.

Inoltre, si assiste alla continua crescita della **zootecnica** e dell'uso del territorio destinato a questa attività. Se è vero che esiste la possibilità di ottimizzare i processi di gestione zootecnici per ridurre l'impatto ambientale, è altrettanto vero che tale tendenza non si ritiene sostenibile nel medio-lungo termine e richiede un ripensamento di un modello alimentare, prima ancora che produttivo, che tende oggi ad essere eccessivamente centrato sul consumo di carne animale e sui derivati dell'allevamento.

Occorre infine **tutelare il patrimonio forestale** del Pianeta, in misura molto più incisiva rispetto ad oggi, allocando secondo logiche di impatto ambientale le attività agricole. Le foreste infatti giocano un ruolo fondamentale nell'equilibrio biologico della Terra. L'utilizzo indiscriminato del territorio, attraverso la riduzione della superficie forestata - come sta purtroppo acca-

133 Alcuni studiosi hanno recentemente sollevato delle perplessità relativamente ad aspetti metodologici di calcolo dell'indice. Tuttavia, questo indicatore è oggetto di costanti aggiornamenti e revisioni non solo da parte dell'*Ecological Footprint Network*, ma anche di numerosi Paesi (ad esempio Svizzera, Germania, Belgio, Emirati Arabi Uniti) che intendono utilizzarlo per misurare la sostenibilità ambientale delle proprie attività. Per questo si ritiene che l'*Ecological Footprint* sia già oggi un indicatore sufficientemente affidabile, anche se con un certo potenziale di miglioramento in termini di rilevanza e precisione dei risultati

dendo in Indonesia per far spazio a nuove piantagioni di olio di palma – genera un danno estremamente significativo in termini di riduzione della bio-capacità.

#### 4. FAVORIRE L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA E PROMUOVERE TECNICHE DI COLTIVAZIONE SOSTENIBILI (*BEST PRACTICE*)

Da questo punto di vista gli aspetti da affrontare sono numerosi e spesso controversi. Tra questi:

- a differenza di quanto comunemente ritenuto, l'agricoltura si configura sempre più come un **complesso insieme di attività il cui contenuto di conoscenza e tecnologia è sottovalutato**. Il livello delle conoscenze scientifiche disponibili, incorporate all'interno di prassi e tecniche di coltivazione eco sostenibili, è infatti significativo. Occorre però che tale *know how* diventi un patrimonio diffuso e condiviso, anche e soprattutto con riferimento agli aspetti di tutela del territorio. Si rimanda al paragrafo 4.4.2 per un'analisi di dettaglio delle strategie e delle tecniche di coltivazione raccomandate;
- **l'impatto ambientale dei fertilizzanti** e il loro corretto uso. I fertilizzanti inorganici hanno avuto l'enorme merito di garantire guadagni di produttività impensabili prima del loro avvento su scala industriale. D'altra parte, sono purtroppo note anche le conseguenze negative legate al loro impiego: inquinamento ambientale, emissione di gas ad effetto serra, impoverimento dei suoli. Ciò che oggi sta accadendo, con una presa di coscienza importante anche da parte dei produttori di fertilizzanti più responsabili, è la promozione di migliori prassi di impiego al fine del contenimento degli effetti più dannosi, oltre che la ricerca di prodotti a sempre minor impatto ambientale.

In generale, senza doversi necessariamente spingere alla frontiera della ricerca scientifica e dell'innovazione tecnologica, è evidente l'intrinseca natura di settore a fortissimo **contenuto di conoscenza** dell'attività agroalimentare. Appare perciò prioritaria la **promozione di forti investimenti in formazione** e nel **trasferimento di conoscenze** provenienti dal mondo scientifico alla realtà concreta della produzione agricola e zootecnica, soprattutto in alcune aree del Mondo (Paesi in via di sviluppo). La semplice adozione di prassi ottimali e tecniche di gestione all'avanguardia, rispetto ai migliori standard (*Best Techniques*), costituirebbe di per sé un significativo passo avanti nella direzione della sostenibilità ambientale.

Non è possibile non riportare un accenno al dibattuto **ruolo degli OGM** (Organismi Geneticamente Modificati), che sia per ragioni economiche, che per le implicazioni del loro sviluppo sulla biodiversità, suscita ancora preoccupazioni e alimenta forte perplessità. Ciò nondimeno, la via della ricerca di soluzioni scientifiche in grado di superare le attuali contraddizioni e porre le condizioni per un'agricoltura ad alta produttività (ma meno legata all'impiego di sostanze chimiche) viene proposta dall'altra parte dell'oceano come una delle possibili linee di azione per il raggiungimento di una futura sostenibilità ambientale.

#### 5. PROMUOVERE POLITICHE DI COMUNICAZIONE TRASPARENTE (FINO AL *GREEN LABELLING*)

Si suggerisce a tal fine l'adozione di politiche di *green labelling*, già testate con successo ad esempio nel campo dell'efficienza energetica (basti pensare agli effetti positivi ottenuti grazie all'indicazione della classe energetica degli elettrodomestici).

E' essenziale tuttavia la presenza di chiare linee guida su come calcolare eventuali indicatori ambientali (ad esempio grammi di CO<sub>2</sub>), come e cosa comunicare per garantire una comunicazione corretta, trasparente ma soprattutto verificabile.

#### 6. PROMUOVERE STILI DI VITA ED ALIMENTARI ECOSOSTENIBILI

Anche a causa del processo di incremento demografico in atto da alcuni decenni su scala globale, gli stili di vita tendono ad incidere in misura crescente sull'equilibrio ecologico del Pianeta. Soprattutto in ambito alimentare, si osserva l'affermarsi di modelli di consumo incoerenti con gli obiettivi di tutela dell'ambiente:

- l'aumento nel **consumo di carne**, anche in corrispondenza dell'innalzamento del livello di benessere economico di interi popoli e dell'esasperazione di alcuni modelli nutrizionali occidentali;
- la **destagionalizzazione dei consumi** di beni ortofrutticoli, attraverso la "forzatura" di processi naturali;
- la **globalizzazione del commercio** di beni agricoli, a scapito dei consumi di prossimità, con il conseguente incremento del rilascio di gas ad effetto serra derivanti dai trasporti.

Si tratta di fenomeni che, anche quando non intrinsecamente negativi, diventano problematici se portati alle loro estreme conseguenze. Queste conseguenze, in quanto tali, vanno gestite e ridimensionate.



## BIBLIOGRAFIA

- ABARE**, "Climate Change: Impacts on Australian agriculture", 2007
- Andersson K.**, "Life-Cycle Assessment (LCA) of Bread Produced on Different Scales: Case study". AFR report 214, Swedish Waste Research Council, Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm, Svezia, 1998
- B. Mertz, O. Davidson** "Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change", Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change", Cambridge University Press, 2007
- Barilla Center for Food & Nutrition**, Position Paper "Water Management", 2009
- Baldo G.L., Marino M., Rossi S.**, "Analisi del ciclo di vita LCA, Materiali, prodotti, processi - Edizioni Ambiente", Milano 2008
- Barbier E. B.**, "A Global Green New Deal", United Nations Environment Programme - Economics and Trade Branch, February 2009
- Bullard, C.W., Penner, P.S. and Pilati, D.A.**, "Net energy analysis: Handbook for combining process and input-output analysis". Resources and Energy, 1978
- Calgeri A.**, "No-tillage System in Parana State, South Brazil", 2001
- Carbon Trust**, "Carbon footprints in the supply chain: the next step for business". Report Number CTC616, novembre 2006
- Carbon Trust**, "Renewable energy sources", 2006
- Carbon Trust**, "Carbon Footprint Measurement Methodology, Version 1.1". 27, febbraio 2007
- Carbon Trust**, "EU ETS Impacts on profitability and trade", 2008
- Carraro C., et al.**, "Gli Impatti dei Cambiamenti Climatici in Italia", Ed. Ambiente, 2009
- Cline W.**, "Global Warming and Agriculture", Centre for Global Development, 2007
- Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici**, documenti vari
- Council of the European Union**, "Council adopts climate-energy legislative package", 2009
- Department for Environment, Food and Rural Affairs**, "The Environment in Your Pocket", 2006
- Department for Environment, Food and Rural Affairs**, "Step forward on reducing climate change impacts from products." DEFRA press release, 30 maggio 2007
- ENEA**, "Dossier per lo studio dei cambiamenti climatici e dei loro effetti", 2007
- ENEA**, "Progetto Speciale Clima Globale", 2006
- ENEA**, "Rapporto Energia e Ambiente: analisi e scenari", 2007
- EM-DAT - Emergency Events Database**, <http://www.emdat.be>
- Energetics**, "The Reality of Carbon Neutrality", 2007
- European Commission**, "White Paper: Adapting to climate change: towards a European framework of action", 2009
- European Commission**, Green Paper From the Commission to the Council, the European Parliament, the European and Social Committee, and the Committee of the Regions, "Adapting to climate change in Europe - options for EU action", 2007
- European Commission Agriculture Directorate-General**, European Climate Change Program, Working Group 7 - Agriculture, Final Report: "Mitigation potential of greenhouse gases in the Agricultural Sector", 2003
- European Commission**, "Attitudes of European citizens towards the environment", marzo-settembre 2008
- European Commission**, "European's attitudes towards climate change", 2008
- European Environmental Agency**, "A Life Cycle Assessment", 1998
- European Environmental Agency**, "Greenhouse Gas emission trends and projections in Europe 2008", 2008
- European Environmental Agency**, "Climate change: the cost of inaction and the cost of adaptation, 2007
- European Environmental Agency**, "Impacts of Europe's changing climate", 2008
- European Commission, DG Environment**, "Potential of the Ecological Footprint for monitoring environmental impacts from natural resource use. Analysis of the potential of the Ecological Footprint and related assessment tools for use in the EU's Thematic Strategy on the Sustainable Use of Natural Resources", maggio 2008
- European Commission, DG Energy and Transport, Market Observatory for Energy**, Report 2008, "Europe's energy position: present & future", 2008
- Facts and Trends - Water**, World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), 2006
- FAO**, "Climate Change: Implications for Food Safety", 2008
- FAO**, "Community based Fire Management: Case Studies from China, The Gambia, Honduras, India, the Lao People's Democratic Republic and Turkey", 2003
- Fondazione ENI Enrico Mattei**, "Climate Policy and Markets", No 6, 2008
- Foran, B., Lenzen, M. and Dey, C.**, "Balancing Act: A triple bottom line analysis of the 135 sectors of the Australian economy". CSIRO Resource Futures and The University of Sydney, Canberra, 2005
- GAP, SEI and Eco-Logica**, "UK Schools Carbon Footprint Scoping Study". Report by Global Action Plan, Stockholm Environment Institute and Eco-Logica Ltd for the Sustainable Development Commission, London, marzo 2006
- Galeotti M.**, "The Cost of Climate Change: Sharing the Burden", Fondazione Enrico Mattei, 2007
- GFN**, "Ecological Footprint Glossary". Global Footprint Network, Oakland, CA, USA, 2007
- Global Environmental Change and Food Systems (GECAFS)**, Environmental Change Institute University of Oxford, "Climate Change, Food and Agriculture - Globally", 2007
- Global Footprint Network**, Research and Standards Department, "Calculation methodology for the national Footprint accounts", 2008
- Global Footprint Network**, Research And Standards Department, "The Ecological Footprint Atlas", 2008
- Global Footprint Network**, "Calculation methodology for the National Footprint Accounts", 2008 Edition
- Global Footprint Network, Research and Standards Department**, "Guidebook to the national footprint accounts", 2008
- Grubb and Ellis**, "Meeting the Carbon Challenge: The Role of Commercial Real Estate Owners, Users & Managers", Chicago, 2007
- Hammerschlag, R. and Barbour, W.**, "Life-Cycle Assessment and Indirect Emission Reductions: Issues Associated with Ownership and Trading", Institute for Lifecycle Environmental Assessment (ILEA), Seattle, Washington, USA, maggio 2003
- Hammond, G.**, "Time to give due weight to the 'carbon footprint' issue". Nature 445(7125): 256, 2007
- Heijungs, R. e Suh, S.**, "The computational structure of life cycle assessment". Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2002
- Heijungs, R., de Koning, A., Suh, S. and Huppes, G.**, "Toward an Information Tool for Integrated Product Policy: Requirements for Data and Computation". Journal of Industrial Ecology 10(3):147-158, 2006
- Institute for Agriculture and Trade Policy**, "Identifying our climate 'Foodprint': Assessing and Reducing the Global Warming Impacts of Food and Agriculture in the U.S.", 2009
- International Food Policy Research Institute**, "Agriculture and Climate Change: an Agenda for negotiation in Copenhagen", Focus 16, marzo 2009
- Intergovernmental Panel on Climate Change**, "Third Assessment Report: Climate Change 2001", 2001

- Intergovernmental Panel on Climate Change**, "Fourth Assessment Report: Climate Change 2007", 2007
- Intergovernmental Panel on Climate Change**, "Climate Change 2007: Synthesis Report. Summary for Policymakers", 2008
- Intergovernmental Panel on Climate Change**, "Mitigation of climate change", 2007
- International Energy Agency**, "Issues behind competitiveness and Carbon Leakage", 2008
- International Energy Agency**, "Ensuring Green Growth in a Time of Economic Crisis: The Role of Energy Technology", 2009
- International Energy Agency**, "Gadgets and Gigawatts: Policies for Energy Efficient Electronics", 2009
- International Energy Agency**, "World Energy Outlook", 2008
- International Fertilizer Industry Association**, "Fertilizer Best Management Practices", 2007
- International Food Policy Research Institute**, "Climate Change: Minimizing the Risks and Maximizing the Benefits for the Poor", 2007
- Kyoto Protocol**, United Nations, 1998
- International Fertilizer Industry Association**, "Fertilizer Best Management Practices", 2007
- Lerda L., et al.**, "L'Evoluzione del negoziato sul cambiamento climatico con particolare riguardo alle problematiche per l'attuazione del Protocollo di Kyoto del 1997", 2003
- Lehmann J.**, "Bio-Char Sequestration in Terrestrial Ecosystem - A review", 2006
- Lenzen, M.**, "Errors in Conventional and Input- Output-based Life-Cycle Inventories". *Journal of Industrial Ecology* 4(4): 127-148, 2001
- Lenzen, M.**, "Uncertainty in Impact and Externality Assessments - Implications for Decision- Making (13 pp)". *The International Journal of Life Cycle Assessment* 11(3): 189-199, 2006
- Lenzen, M.**, "Double-counting in Life-Cycle Assessment". *Journal of Industrial Ecology*: submitted, 2007
- Lenzen, M., Murray, J., Sack, F. and Wiedmann, T.**, "Shared producer and consumer responsibility - Theory and practice". *Ecological Economics* 61(1): 27-42, 2007
- Loh J., Randers J., MacGillivray A., Kapos V., Jenkins M., Groombridge B., and Cox N.**, "Living Planet Report 1998: Over consumption is driving the rapid decline of the world's natural environments", 1998
- Macchiati A.**, "Le politiche contro il cambiamento climatico nell'Unione Europea e in Italia", 2008
- Martini A., Capriolo A.**, Studio Peseta, "Europa, gli effetti dei cambiamenti climatici", 2007
- MIT, X. Wang**, "Impacts of Greenhouse Gas Mitigation Policies on Agricultural Land", febbraio 2008
- Neely C.L. e Hatfield R.**, "Livestock System", 2007
- NOAA**, "Climate of 2008 Annual Report", 2009
- OECD**, "Assessing the impacts of climate change: a literature review", Economics Department Working Paper No. 691, 2009
- OECD**, "Environmental Outlook", 2008
- OECD**, "Economics Aspects of Adaptation to Climate Change: costs, benefits and policy instruments", 2008
- Parikh, J.K. e Painuly J.P.**, "Population, Consumption Patterns and Climate Change: A socio-economic perspective from the South", Vol. XXII, No. 7, pp. 434-437, 1994
- Pasini A. et al.**, "Kyoto e dintorni. I cambiamenti climatici come problema globale", Franco Angeli, 2006
- Patel, J.**, "Green sky thinking". *Environment Business* (122):32, 2006
- Pettenella D., et al.**, "Il settore primario e la riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra", PAGRI, 2006
- Rotz Al**, "Grazing and the Environment", 2008
- Scherr S. e Sthapit S.**, "State of the world 2009", 2009
- Scottish Executive**, "Changing Our Ways: Scotland's Climate Change Programme, Edinburgh", 2006
- SEI, WWF and CURE**, "Counting Consumption - CO<sub>2</sub> emissions, material flows and Ecological Footprint of the UK by region and devolved country". Published by WWF-UK, Godalming, Surrey, UK, 2006
- Smith, P., D. Martino, Z. Cai, D. Gwary, H.H. Janzen, P. Kumar, B. McCarl, S. Ogle, F. O'Mara, C. Rice, J. Scholes, O. Sirotenko, M. Howden, T. McAllister, G. Pan, V. Romanenkov, U. Schneider, S. Towprayoon, M. Wattenbach, and J.U. Smith** "Greenhouse gas mitigation in agriculture", *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 2007
- Steinfeld H. et al.**, "Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options", 2006
- Stern N.**, "Stern Review: the Economics of Climate Change", HM Treasury, 2006
- The World Bank**, "State and Trends of the Carbon Market", Washington, 2008
- Tukker, A. and Jansen, B.**, "Environmental impacts of products: A detailed review of studies". *Journal of Industrial Ecology* 10(3):159, 2006
- Uhlen H-E.** "Energiflöden i livsmedelskedjan", Rapport 4732, Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm, Svezia, 1997
- UNEP**, "Global Outlook for Ice and Snow", 2007
- United Nation**, "United Nations Framework Convention on Climate Change", 1992
- United Nations**, "Agenda 21: United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brazil". United Nations Department of Public Information, New York, 1993
- United Nations**, "Remarks at the UN Development Programme (UNDP) event on the Human Development Report", 11 dicembre 2007
- UNFCCC**, "Investments and Financial Flows to address climate change: an update", novembre 2008
- UNFCCC**, "Report on the analysis of existing and potential investment and financial flows relevant to the development of an effective and appropriate international response to climate change", 2007
- Uphoff et al.**, "Biological approaches to sustainable soil systems", 2006
- Wackernagel M, Rees W.E.**, "Our Ecological Footprint - Reducing Human Impact on the Earth", New Society Publishers Gabriola Island, Canada, 1996
- Wackernagel, M., Monfreda, C., Moran, D., Wermer, P., Goldfinger, S., Deumling, D. and Murray, M.**, "National Footprint and Biocapacity Accounts 2005: The underlying calculation method", 2005
- WHO**, "Alluvioni: Effetti sulla salute e misure di prevenzione", a cura di Epicentro, 2002
- Wiedmann, T., Barrett, J. and Lenzen, M.**, "Companies on the Scale - Comparing and Benchmarking the Footprints of Businesses". International Ecological Footprint Conference, maggio 2007
- Wiedmann, T., Minx, J., Barrett, J. and Wackernagel, M.**, "Allocating ecological footprints to final consumption categories with input-output analysis". *Ecological Economics* 56(1): 28-48, 2006
- Wiedmann T. e Minx T.**, "A definition of Carbon Footprint", ISA UK Research Report, 2007
- World Resources Institute**, "Earth Trends Information Portal", 2008
- WRI Policy Note**, "Agriculture and Climate Change: Greenhouse Gas Mitigation Opportunities and the 2007 Farm Bill", marzo 2007
- WRI Policy Note**, "Agriculture and Climate Change: The Policy Context", ottobre 2006
- WWF**, "Living Planet Report 2008", 2008
- WWF**, "Per un piano di adattamento al cambiamento climatico in Italia", 2007
- World Watch Institute**, documenti vari

## Contatti

Barilla Center For Food & Nutrition  
via Mantova 166  
43100 Parma ITALY  
[info@barillacfn.com](mailto:info@barillacfn.com)  
[www.barillacfn.com](http://www.barillacfn.com)