

Università Ca' Foscari di Venezia

Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali

Corso di Laurea in Scienze Ambientali

Anno Accademico 2006-2007

Tesi di Laurea Triennale



**IL QUARTO RAPPORTO SUI CAMBIAMENTI
CLIMATICI DELL'IPCC 2007**

Relatore:

Dott. Daniele Pernigotti

Laureando:

Marco Dus

Matr. n° 792372

1_Prefazione:

Più di vent'anni fa, la prima conferenza mondiale sui cambiamenti climatici ha avviato la discussione su come *"prevedere e prevenire potenziali cambiamenti climatici causati da attività umane che potrebbero avere un effetto negativo sul benessere dell'umanità"*.

Alla base di questa discussione c'era il rilevamento, da parte delle organizzazioni scientifiche, di una tendenza all'aumento della temperatura media globale di gran lunga superiore a quella registrata in passato, e il sospetto che tale riscaldamento non avesse solo cause naturali (come la variabilità della radiazione solare o le eruzioni vulcaniche).

La crescente attenzione internazionale sul tema ha portato quindi il **WMO** (World Meteorological Organization, Organizzazione Meteorologica Mondiale) e l'**UNEP** (United Nations Environment Program, Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente) a creare nel 1988 l'**IPCC** (Intergovernmental Panel on Climate Change, gruppo intergovernativo sul cambiamento del clima).

L'IPCC, il massimo organismo mondiale di esperti sul clima, è attualmente formato da 3.000 scienziati chiamati a valutare l'informazione disponibile nei campi scientifico, tecnico e socio-economico legata ai cambiamenti climatici, ai possibili impatti dei cambiamenti climatici e alle opzioni di adattamento¹ e di mitigazione e si prefigge lo scopo di fornire ai decisori politici una valutazione scientifica della letteratura tecnico-scientifica e socio-economica disponibile in materia di cambiamenti climatici, impatti, adattamento, mitigazione. E' un organo intergovernativo (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. Partecipano al lavoro dell'IPCC anche le rilevanti organizzazioni internazionali, intergovernative e non-governative.

Il ruolo principale dell'IPCC è quello di valutare scientificamente l'informazione tecnico-scientifica e socio-economica rilevante per comprendere il fenomeno del cambiamento climatico, i suoi possibili impatti e in particolare i rischi per l'uomo ad essi associati, nonché le eventuali misure di risposta di adattamento e mitigazione da mettere in atto.

1.1 Struttura organizzativa:

L'IPCC ha tre gruppi di lavoro (Working Group - WG) e una Task Force:

* 1 Si veda Glossario pag. 65

il Gruppo di lavoro I (WG I) sul sistema clima e sui cambiamenti climatici;

il Gruppo di lavoro II (WG II) sulla vulnerabilità dei sistemi naturali e socio-economici, gli impatti dei cambiamenti climatici e le opzioni di adattamento;

il Gruppo di lavoro III (WG III) sulla mitigazione dei cambiamenti climatici (vale a dire la riduzione delle emissioni dei gas effetto serra (Green House Gas - GHG));

la Task force sugli Inventari Nazionali dei gas effetto serra, responsabile del programma IPCC sugli Inventari Nazionali dei gas effetto serra.

Il “panel” si riunisce una volta l’anno in sessione plenaria, dove adotta tutte le decisioni ufficiali riguardo l’approvazione dei rapporti, la definizione dei piani di lavoro dei WG e della Task force, e le disposizioni sul mandato, le procedure ed il budget.

Il Presidente dell’IPCC, responsabile della pianificazione, coordinazione e monitoraggio del lavoro dell’IPCC, si avvale della collaborazione di un Bureau IPCC che si incontra due o tre volte l’anno, più un Bureau per la Task force.

I tre WG e la Task force ricevono a loro volta assistenza da apposite Unità di Supporto Tecnico (Technical Support Units - TSU).

Infine, un vasto numero di altri Enti ed Istituzioni contribuisce al lavoro dell’IPCC.

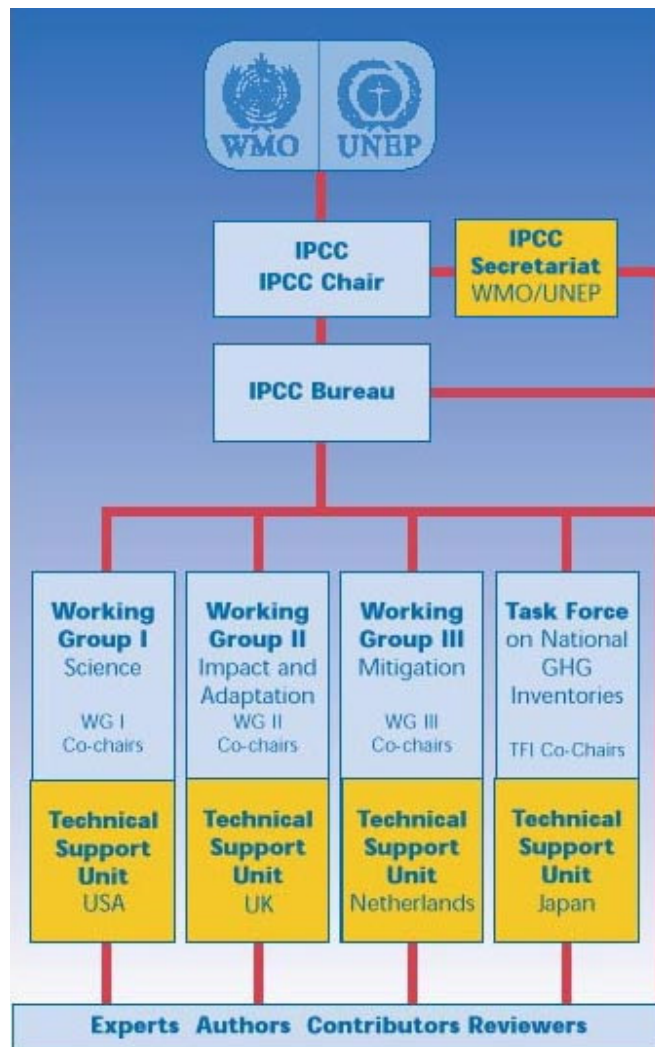


Figura: 1

1.2 Attività principali:

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). L'IPCC redige anche Rapporti Speciali (Special Reports) e Articoli Tecnici (Technical Papers) su argomenti ritenuti di particolare interesse scientifico. In questo modo fornisce anche supporto scientifico alla Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC).

L'IPCC produce inoltre Rapporti di Valutazione, Rapporti Speciali, Articoli tecnici, Rapporti sulle Metodologie e Materiale di supporto.

1.3 Rapporti di Valutazione:

I Rapporti di Valutazione sono valutazioni esaustive ed aggiornate dell'informazione scientifica, tecnica e socio-economica rilevanti a livello politico per capire i cambiamenti climatici indotti dall'uomo, i potenziali impatti dei cambiamenti climatici e le opzioni di mitigazione ed adattamento. Normalmente ogni rapporto include le valutazioni dei tre Gruppi di lavoro IPCC (WGI, WGII, WGIII), i corrispondenti Riassunti per i decisori politici (Summaries for Policymakers) ed un Rapporto di sintesi (Synthesis Report).

Il primo Rapporto di Valutazione è stato pubblicato nel 1990, il Secondo nel 1995 ed il Terzo nel 2001. Il Quarto Rapporto di Valutazione 2007 è stato di recente pubblicato ma manca ancora il "summary" finale, previsto per la fine di novembre, che riassumerà i tre rapporti e consentirà ai decisori politici di comprendere al meglio i pericoli, le previsioni e le decisioni da intraprendere.

1.4 Rapporti Speciali:

I Rapporti Speciali sono preparati dall'IPCC tipicamente in seguito a richieste avanzate dalla Convenzione Quadro dell'ONU su Cambiamenti Climatici (UNFCCC) o altre Convenzioni ambientali (es. UNCBD, UNCCD) su argomenti di particolare interesse. Sono stati pubblicati Rapporti Speciali su: aviazione e atmosfera globale, impatti regionali dei cambiamenti climatici, trasferimento di tecnologie, scenari di emissione, uso del suolo, cambiamenti di uso del suolo e foreste. Gli ultimi due Rapporti Speciali, completati nel 2005, riguardano: la tutela dello strato di Ozono ed il clima globale, e la cattura e l'immagazzinamento dell'anidride carbonica.

1.5 Articoli tecnici:

Gli articoli tecnici dell'IPCC sono scritti su determinati argomenti per i quali si ritengono essenziali un approccio ed una prospettiva tecnico-scientifica obiettiva internazionale. Sono elaborati sulla base di materiale già contenuto nei Rapporti Speciali o di Valutazione.

1.6 Rapporti sulle Metodologie:

l'IPCC raccoglie in questi appositi rapporti le linee-guida, sia tecniche sia gestionali, sui metodi, i principi e le regole con cui affrontare una varietà di temi: dagli inventari nazionali di gas effetto serra

alla valutazione degli impatti e l' adattamento. Tra gli ultimi pubblicati: la Guida alle buone pratiche per l'uso del suolo, i cambiamenti di uso del suolo e le foreste.

1.7 Materiale di supporto:

L'IPCC pubblica sul proprio sito anche materiale di supporto come ad esempio rapporti e atti di workshop e meeting di esperti dell'IPCC e dei suoi Gruppi di lavoro, per darne vasta divulgazione a beneficio dell'intero processo di lavoro in ambito IPCC.

**2_Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the
Intergovernmental Panel on Climate Change
Climate Change 2007
I Principi Fisici di Base**

Questa parte del rapporto rappresenta la più autorevole fonte di informazione di dati scientifici dai quali partire per affrontare le problematiche legate ai cambiamenti climatici.

Si tratta di una valutazione delle attuali conoscenze scientifiche sui fattori umani e naturali che determinano il cambiamento climatico, sui cambiamenti registrati nel clima, sulle capacità della scienza di ricondurre i cambiamenti a diverse cause, e sulle previsioni dei cambiamenti climatici futuri.

Il Rapporto è stato scritto da 152 autori provenienti da oltre 30 paesi, ed è stato rivisto da più di 600 esperti. Vi hanno partecipato inoltre un grande numero di recensori dei vari governi.

2.1 Introduzione

Il contributo del Gruppo di Lavoro I al Quarto Rapporto di Valutazione dell'IPCC descrive i progressi raggiunti: nella comprensione dell'apporto antropico e naturale al cambiamento climatico, dei cambiamenti climatici osservati; dei processi climatici e delle loro relazioni di causa-effetto (attribution), e nella valutazione (in proiezione) dei cambiamenti climatici futuri.

Il Rapporto è stato costruito basandosi sulle precedenti valutazioni fatte dall'IPCC e incorporando i nuovi risultati delle ricerche degli ultimi sei anni. I progressi scientifici fatti dopo il Terzo Rapporto di Valutazione (TAR), sono basati su un grande numero di dati più aggiornati e più completi, su analisi più sofisticate dei dati stessi, sui miglioramenti nella comprensione dei processi e la loro simulazione tramite modelli, e sull'esplorazione più estesa dei gradi di incertezza.

Dalla presentazione del TAR, sono state ottenuti notevoli progressi nella comprensione di come il clima cambi nello spazio e nel tempo, attraverso il miglioramento e l'incremento di numerosi dati e analisi di questi, estendendo la copertura geografica, comprendendo più in dettaglio le incertezze, e avendo a disposizione una maggiore varietà di misurazioni.

Numerose sono le novità che il Gruppo di Lavoro I al Quarto Rapporto di Valutazione dell'IPCC introduce, sia in termini qualitativi che quantitativi, ma a livello comunicativo non risulta così agevole

la divulgazione e la presentazione dei dati, sia a causa dell'inesistenza di una traduzione ufficiale italiana (fino a questo momento) sia in quanto si rischia di inciampare in una labirintica matassa di dati. In questa sezione viene presentata una valutazione più completa dei dati paleoclimatici (risalenti fino a 650.000 anni addietro) e contemporaneamente si presentano le proiezioni future del clima del pianeta mediante un numero maggiore di modelli climatici, ed in particolare di modelli tri-dimensionali molto più realistici dei modelli climatici semplici (*simple climate models-SCM*) usati, invece, in maniera estensiva nel TAR.

È necessario, comunque, delineare e capire quali siano i dati di maggior rilievo che possono risultare utili per una migliore comprensione del problema dei cambiamenti climatici.

Per esempio, certamente ci si deve focalizzare sulle concentrazioni globali in atmosfera del biossido di carbonio, del metano e dell'ossido di azoto che sono notevolmente aumentati come risultato dell'attività umana dal 1750 (inizio della rivoluzione industriale) come dimostrato dall'analisi delle carote di ghiaccio che rappresentano molte migliaia di anni.

L'incremento globale della concentrazione di biossido di carbonio è principalmente dovuto all'uso di combustibili fossili e ai cambiamenti nell'utilizzo dei suoli (*land-use change*), mentre gli incrementi di metano e ossido di azoto sono principalmente dovuti all'agricoltura.

Il biossido di carbonio è il più importante gas ad effetto serra prodotto dall'attività umana. La concentrazione globale di biossido di carbonio è cresciuta da un valore pre-industriale di 280 ppm ad un valore di 379 ppm nel 2005. la concentrazione nell'atmosfera del biossido di carbonio nel 2005 supera notevolmente i valori massimi degli ultimi 650.000 anni (da 180 a 300 ppm) come determinato dall'analisi delle carote di ghiaccio.

Di elevata importanza risulta il valore legato al tasso annuo di crescita della concentrazione del biossido di carbonio negli ultimi dieci anni (media 1995-2005: 1.9 ppm per anno) che risulta essere il più alto da quando sono iniziate le misure in continuo dell'atmosfera (media 1960-2005: 1,4 ppm per anno), nonostante ci sia una variabilità annua nel tasso di crescita.

L'emissioni annue di biossido di carbonio sono cresciute da una media di 6.4 (da 6.0 a 6.8) GtC per anno durante gli anni novanta, a 7.2 per anno nel 2000-2005. le emissioni di biossido di carbonio associate al cambiamento dell'uso dei terreni, sono stimate in 1.6 (da 0.5 a 2.7) GtC per anno dopo gli anni novanta, sebbene queste stime abbiano un elevato grado di incertezza.

La concentrazione globale del metano in atmosfera è cresciuta da un valore pre-industriale di circa 715 ppb a 1732 ppb nei primi anni novanta, ed ha raggiunto un valore di 1774 ppb nel 2005. Anche la concentrazione atmosferica di metano del 2005 eccede abbondantemente il range naturale degli ultimi

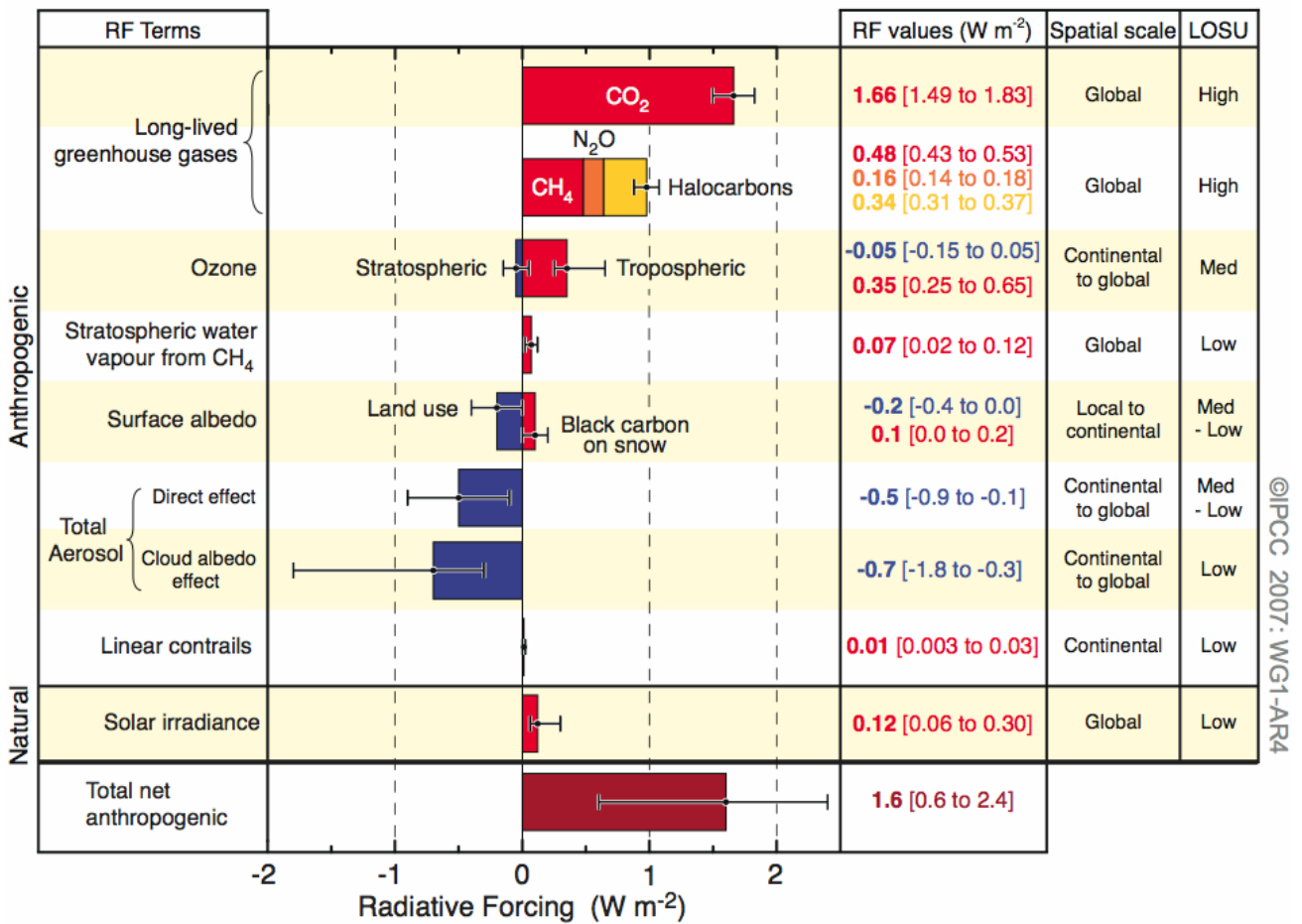
650.000 anni (320 - 790 ppb) come determinato dall'analisi delle carote di ghiaccio. I tassi di crescita sono diminuiti a partire dai primi anni novanta, consistentemente con le emissioni totali (somma delle sorgenti antropogeniche e naturali) rimanendo quasi costanti durante questo periodo. E' molto probabile (*very likely*)³ che l'incremento osservato della concentrazione di metano sia dovuto alle attività antropogeniche, principalmente l'agricoltura e l'uso di combustibile fossile, ma contributi minori da differenti tipologie di sorgenti non sono ancor ben chiari.

La concentrazione globale di protossido di azoto nell'atmosfera è cresciuta da un valore pre-industriale di circa 270 ppb a 319 ppb nel 2005. Il tasso di crescita è rimasto approssimativamente costante dal 1980. Più di un terzo di tutte le emissioni di protossido di azoto sono antropogeniche e principalmente dovute all'agricoltura.

Rispetto al TAR la consapevolezza scientifica sull'influenza dell'effetto umano sul sistema clima (*l'impronta umana sul clima*) si è rafforzata ("very high confidence"), e si è stimato con maggiore precisione che dal 1750 ad oggi le attività umane hanno determinato un effetto globale medio di riscaldamento con un forzante globale radioattivo sul sistema clima di $1,6 \text{ W/m}^2$ ed un range di variabilità di $0,6 - 2,4 \text{ W/m}^2$.

Confrontando questo valore con quello del forzante radiativo dell'attività solare ($0,12 \text{ W/m}^2$ in un range di variabilità di $0,06 - 0,30 \text{ W/m}^2$) si è valutato che l'effetto antropogenico di riscaldamento risulta nettamente maggiore dell'effetto solare di riscaldamento. Questo è un dato importante, perché bisogna ricordare che i fattori naturali che possono aver causato dei cambiamenti climatici dal 1750 ad oggi sono: variabilità solare, eruzioni vulcaniche e meccanismi interni di variabilità climatica (sono da escludere i parametri orbitali della Terra che hanno periodicità di influenza di almeno 20000 anni). Durante questi ultimi 256 anni le eruzioni vulcaniche hanno causato un impatto sul clima a corto termine (solo alcuni anni), quindi rimarrebbe pertanto solo l'attività solare, la quale, tuttavia, ha avuto un impatto minore rispetto all'impatto provocato dalle attività umane.

Radiative Forcing Components

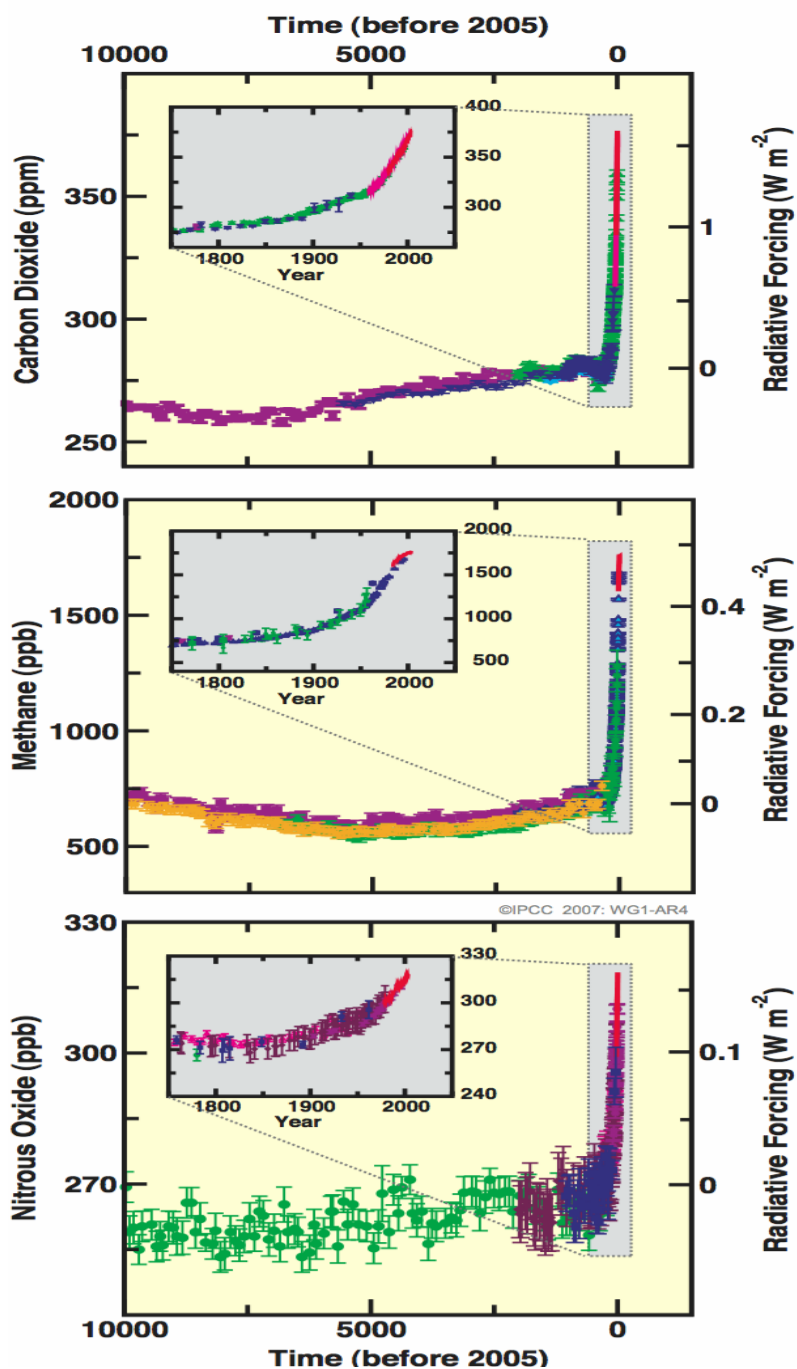


In questa **FIGURA (2)** vengono riportate le stime e gli intervalli della media globale del flusso radiativi (RF) del 2005 per il biossido di carbonio antropogenico (CO_2), il metano (CH_4), il protossido d'azoto e altri importanti agenti e meccanismi, insieme all'estensione geografica (scala spaziale) del forzante radiativi antropogenico netto ed il suo intervallo.

Questi richiedono la stima asimmetrica della somme delle intercettanze. Gli aerosol dei vulcani contribuiscono al forzante naturale ma non sono inclusi in questa figura a causa della loro natura episodica. Gli intervalli della condensazione del vapore acqueo causata dagli aerei non includono altri possibili effetti dovuti all'aviazione civile.

TABELLA (1): Rappresentazione delle concentrazioni in atmosfera del biossido di carbonio del metano e del protossido di azoto inerenti agli ultimi 10.000 anni (riquadri grandi) e dal 1750 (riquadri piccoli). Le misure provengono da carotaggi di ghiaccio (simboli con colori differenti si riferiscono a studi diversi) e campioni atmosferici (linee rosse). I corrispondenti forzanti radiativi sono mostrati sull'asse destro dei riquadri grandi.

Changes in Greenhouse Gases from ice-Core and Modern Data



2.2 Osservazione diretta dei cambiamenti climatici recenti

Dalla presentazione del TAR, sono stati ottenuti notevoli progressi nella comprensione di come il clima cambi nello spazio e nel tempo, attraverso il miglioramento e l'incremento di numerose analisi di dati, estendendo la copertura geografica, comprendendo più in dettaglio le incertezze, e avendo a disposizione una maggiore varietà di misurazioni.

È disponibile un numero sempre maggiore di osservazioni complete per i ghiacci e la copertura nevosa a partire dagli anni sessanta, e per il livello del mare e la calotta glaciale relativamente allo scorso decennio.

Tuttavia, la copertura dei dati rimane ancora limitata in alcune regioni, di seguito sono riportate alcune delle conclusioni più interessanti

- Undici degli ultimi dodici anni (1995-2006) sono stati indicati fra i più caldi mai registrati da quando si hanno misure globali della temperatura alla superficie (dal 1850). Il più recente trend lineare per 100 anni (1906-2005) è di $0,74$ [da 0.56 a 0.92]⁴ °C quindi maggiore della corrispondente variazione disponibile per gli anni 1901-2000 riportato nel TAR pari a 0.6 [da 0.4 a 0.8]°C. Il trend di riscaldamento lineare per gli ultimi 50 anni (0.13 [da 0.10 a 0.16]⁴°C per decennio) è quasi il doppio di quello per gli ultimi 100 anni. L'aumento totale della temperatura dal 1850-1899 al 2001-2005 è di 0.76 [da 0.57 a 0.95]°C. Gli effetti delle isole di calore urbane sono reali anche se a scala locale e hanno un' influenza trascurabile (meno dello 0.006 °C per decennio sopra le terre e 0 sopra gli oceani).
- Le osservazioni fatte dal 1961 dimostrano che la temperatura media degli oceani globali è aumentata fino a profondità di almeno 3000m, e che l'oceano sta assorbendo più dell'80% del calore aggiunto al sistema climatico. Un tale riscaldamento provoca l'espansione dell'acqua marina contribuendo alla crescita del livello del mare.

Tabella (2). Tassi di innalzamento del livello del mare osservati e contributi stimati di diverse cause

Tasso di innalzamento del livello marino (m per secolo)		
Cause di innalzamento del livello del mare	1961 – 2003	1993 – 2003
Espansione termica	0.042 ± 0.012	0.16 ± 0.05
Ghiaccio e calotte di ghiaccio	0.050 ± 0.018	0.077 ± 0.022
Calotte di ghiaccio in Groenlandia	0.05 ± 0.12	0.21 ± 0.07

Calotte di ghiaccio in Antartide	0.14 ± 0.41	0.21 ± 0.35
Somma dei contributi individuali all'innalzamento del livello del mare	0.11 ± 0.05	0.28 ± 0.07
Innalzamento totale osservato del livello del mare	0.18 ± 0.05	0.31 ± 0.07
Differenza (osservato meno la somma dei contributi climatici stimati)	0.07 ± 0.07	0.03 ± 0.10

- Il livello medio globale dei mari è cresciuto ad un tasso medio di 1.8 [da 1.3 a 2.3] mm per anno dal 1961 al 2003. Il tasso di crescita è stato più veloce durante il periodo 1993 - 2003, circa 3.1 [da 2.4 a 3.8] mm per anno. Non è chiaro se il più veloce tasso di crescita dal 1993 al 2003 corrisponda alla variabilità decennale o ad un incremento del trend a lungo termine. Esiste una “*high confidence*” che il tasso osservato dell’innalzamento del livello del mare sia cresciuto dal diciannovesimo al ventesimo secolo. La crescita totale per il XX secolo è stata stimata pari a 0.17 [da 0.12 a 0.22] m.

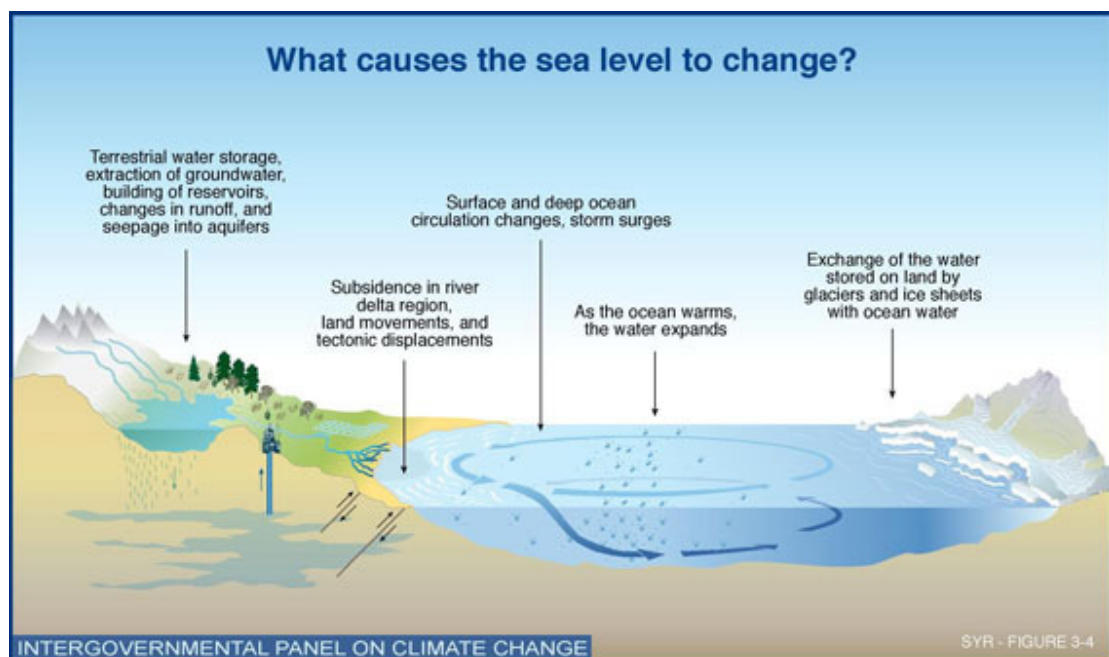


Figura.(3)

A questo mutamento dell’innalzamento del livello del mare, si aggiungono le osservazioni fatte su molte grandi regioni, dove sono stati osservati trend a lungo termine dal 1900 al 2005 delle quantità di precipitazioni. Significativi incrementi nelle precipitazioni si riscontrano nelle parti orientali del Nord e del Sud America, nell’Europa del Nord e in Asia settentrionale e centrale. Una diminuzione delle precipitazioni è stata osservata nel Sahel, nel Mediterraneo, nell’Africa Meridionale e in parte dell’Asia

meridionale. È importante ricordare però, che le precipitazioni hanno un'alta variabilità spaziale e temporale, e i dati disponibili in alcune regioni sono limitati. I trend a lungo termine non sono stati osservati per altre grandi regioni sotto valutazione.

Si fa notare però, come per alcune caratteristiche del clima non sono stati osservati cambiamenti, ad esempio:

- L'estensione del ghiaccio marino antartico continua a mostrare variabilità inter-annuale insieme a cambiamenti localizzati, ma non esistono trend medi statisticamente significativi. Questo è consistente con la mancanza di riscaldamento nelle temperature atmosferiche medie nella regione.
- Non ci sono prove sufficienti per determinare se esistono dei trend nella circolazione generale dell'oceano globale, come per i tornado, le grandinate, i fulmini e le tempeste di sabbia.

2.3 Comprendere e “attribuire” i cambiamenti climatici

La maggior parte degli aumenti nella media delle temperature globali dalla metà del XX secolo, è *molto probabilmente (very likely)* dovuta all'aumento osservato della concentrazione di gas ad effetto serra causato dall'attività umana. Questo è un risultato nuovo rispetto alle conclusioni del TAR, per il quale *“la maggior parte del riscaldamento osservato negli ultimi 50 anni è probabilmente dovuto all'aumento osservato della concentrazione di gas ad effetto serra”*. Ora evidenti influenze dell'attività umana si estendono anche ad altri aspetti del clima, includendo il riscaldamento degli oceani, l'aumento delle temperature medie sui continenti, le temperature massime e le strutture dei venti.

- E' *probabile (likely)* che il solo incremento di concentrazione dei gas ad effetto serra possa aver causato un riscaldamento maggiore di quello osservato a causa del fatto che l'attività vulcanica e gli aerosol antropogenici hanno compensato parte del riscaldamento che avrebbe dovuto essere in atto.
- La diffusione geografica del riscaldamento osservato per l'atmosfera e gli oceani, insieme alla perdita di masse di ghiaccio, porta alla conclusione che è *estremamente improbabile (exceptionally likely)* che il cambiamento climatico globale degli ultimi 50 anni possa essere

spiegato senza forzanti esterni, ed è *molto probabile (very likely)* che non sia causato solo da cause naturali conosciute.

- Il riscaldamento del sistema climatico è stato individuato tramite i cambiamenti delle temperature alla superficie e in atmosfera, delle temperature delle prime centinaia di metri dell'oceano e tramite i contributi all'innalzamento del livello del mare. Studi di "attribution" hanno stabilito il contributo antropogenico a tutti questi cambiamenti. L'osservazione della strutture del riscaldamento della troposfera e del raffreddamento della stratosfera è *molto probabilmente (very likely)* dovuto all'influenza combinata dell'aumento del gas ad effetto serra e della diminuzione dell'ozono nella stratosfera.
- E' *probabile (likely)* che sopra ogni continente, ad eccezione dell'Antartide, ci sia stato un significativo riscaldamento durante gli ultimi 50 anni dovuto all'attività umana. Le strutture osservate del riscaldamento, che includono un maggior riscaldamento sopra le terre emerse rispetto agli oceani, e la loro modificazione nel tempo, sono simulate solo attraverso modelli che includono il forzante antropogenico. La capacità dei modelli climatici accoppiati di simulare l'evoluzione delle temperature osservate su ognuno dei sei continenti fornisce prove più evidenti dell'influenza umana sul clima rispetto a quanto fornito nel TAR.

Rimangono comunque ancora alcune difficoltà nel simulare in modo affidabile e nell'attribuire i cambiamenti delle temperature osservate a scale più piccole. Su queste scale, la variabilità naturale del clima è relativamente maggiore rendendo così più difficile distinguere i cambiamenti presumibilmente dovuti ai forzanti esterni. Le incertezze sui forzanti locali e sui feedback rendono inoltre difficile la stima del contributo dell'aumento dei gas ad effetto serra nelle variazioni osservate delle temperature alla piccole scale spaziali. Ad esempio il forzante antropogenico ha *probabilmente (likely)* contribuito al cambiamento delle strutture dei venti, influenzando le traiettorie delle tempeste extra-tropicali e la struttura delle temperature in entrambi gli emisferi. Tuttavia, i cambiamenti osservati nella circolazione dell'emisfero settentrionale sono maggiori rispetto a quelli simulati utilizzando le forzanti del XX secolo.

2.4 Per quel che concerne l'evoluzione futura l'IPCC, nel confermare i risultati degli scenari considerati nel suo precedente rapporto, analizza per ciascuno di essi errori ed affidabilità delle valutazioni, le diverse probabilità che tali scenari possano effettivamente verificarsi, e i rischi di cambiamenti improvvisi qualora il sistema climatico si destabilizzasse a seguito di processi non lineari. I progressi nella modellistica dei cambiamenti climatici hanno permesso e permetteranno di fare stime migliori e di valutare *probabilisticamente* gli intervalli di incertezza da associare alle proiezioni del riscaldamento nei vari scenari di emissione.

Gli elementi principali di questa analisi possono così sintetizzarsi:

- L'ipotesi più probabile, secondo l'IPCC, appare quella secondo cui nei prossimi 20 anni, (scenari di emissione SRES) si assisterà ad un riscaldamento di circa 0.2°C per decennio. Anche se le concentrazioni di tutti i gas ad effetto serra e di tutti gli aerosol fosse mantenuta costante allo stesso livello dell'anno 2000, sarebbe da attendersi un ulteriore incremento di circa 0.1°C per decennio.

Si avrà quindi un aumento della temperatura media globale, compreso fra 0,6 e 0,7 °C entro il 2030 che raggiungerà circa 3°C o poco più nel 2100.

- Nel 2100 il livello del mare aumenterà mediamente tra i 28 ed i 43 cm, purché, però, non si inneschino fenomeni non lineari o di destabilizzazione del sistema climatico (velocità del riscaldamento medio globale superiore a 0,4° C per decennio). In tal caso, infatti, i ghiacci della Groenlandia e quelli della penisola Antartica, potrebbero collassare e l'innalzamento del livello del mare potrebbe arrivare perfino a 7 metri, anche se ciò avverrà nei secoli successivi al 2100. Con la rapida fusione dei ghiacci della Groenlandia si pongono, però, alcuni problemi concomitanti, quali per esempio un sostanziale rallentamento della corrente del Golfo con una sua possibile interruzione nel secolo successivo al 2100 che a sua volta porterà l'emisfero nord verso il raffreddamento.
- La calotta polare Artica (quella formata dai ghiacci galleggianti) potrebbe, nel 2100, scomparire durante i mesi estivi o comunque ridursi al 10% della attuale estensione.

Si assisterà a eventi estremi climatici quali le ondate di calore, le precipitazioni intense ed alluvionali alle medie ed alte latitudini, nonché prolungati periodi di siccità alle medie e basse latitudini, diventeranno sempre più frequenti ed intensi. Il riscaldamento tenderà a ridurre l'assorbimento di biossido di carbonio atmosferico della terra e del mare, aumentando la frazione di emissioni antropogeniche che rimangono nell'atmosfera.

Importante in tutto lo studio è non dimenticare il legame che intercorre tra i vari dati che non vanno semplicemente letti come singoli valori di un fenomeno ma devono essere interpretati e contestualizzati nell'insieme del caso di studio.

Tali conoscenze scientifiche devono consentire di sviluppare i più idonei presupposti tecnici per la pianificazione di interventi d'adattamento alle mutate condizioni di rischio.

Pianificazione che necessariamente deve vedere la partecipazione dei principali gruppi di interesse: cittadini, imprese, amministrazioni nazionali e territoriali e parti sociali.

Da quest'ultimo rapporto del WG-1 dell'IPCC emerge, quindi, che non sussistono più margini di dubbio sui cambiamenti climatici in corso e sull'accelerazione che tali cambiamenti stanno assumendo in questi ultimi anni. Una certa cautela, deve essere riservata verso le proiezioni future, ma con un monito: anche se la scienza non è in grado di prevedere esattamente quale sarà il clima del futuro la perturbazione energetica che le attività umane hanno introdotto nel sistema climatico non è assolutamente irrilevante. Al contrario, il rischio di innesco di una futura destabilizzazione del clima del pianeta è ormai troppo alto e non può essere irresponsabilmente sottovalutato.

**3_Working Group II Contribution to the Fourth Assessment Report of the
Intergovernmental Panel on Climate Change
Climate Change 2007**

**Gli Impatti dei Cambiamenti Climatici,
l'Adattamento e la Vulnerabilità**

3.1 Prefazione:

In questa sintesi verranno descritte le principali scoperte politicamente rilevanti del Quarto Rapporto di Valutazione del Secondo Gruppo di Lavoro del Comitato Intergovernativo sul Cambiamento Climatico (IPCC).

Si tratta della Valutazione sulle attuali conoscenze scientifiche in merito agli impatti del cambiamento climatico sui sistemi naturali e antropizzati, verrà inoltre valutata la capacità d'adattamento¹ di questi sistemi e la loro vulnerabilità.

I delegati governativi hanno approvato il Rapporto del WG2, ma questo Summary for PolicyMakers ha richiesto una discussione negoziale molto più accesa di quello del WG1 discusso a Parigi in Febbraio. La sua approvazione ha richiesto una lunga e estenuante negoziazione (più di quattro giorni di spiegazioni e di "limature" nei punti più controversi), terminata venerdì 6 aprile. Infatti produrre un riassunto per i decisori politici (cioè uno strumento di comunicazione scientifica per non-addetti ai lavori) che tratti di impatti su vari settori – acqua, cibo, ecosistemi, coste e salute – nelle diverse otto regioni in cui l'IPCC ha suddiviso il pianeta (Africa, Asia, Australia-Nuova Zelanda, Europa, America Latina, Nord America, Regioni Polari e Piccole Isole) ha sicuramente forti ripercussioni politiche.

In particolare, tre paesi si sono opposti in maniera decisa all'inserimento di due tabelle esplicative che, pur con le dovute bande di incertezza, mostrano il legame dei futuri impatti settoriali e regionali con le proiezioni climatiche di temperatura media globale pubblicate nel SPM del WG1. Alla fine solo la prima tabella con gli impatti settoriali è rimasta nel testo, ma senza il collegamento con le proiezioni climatiche. Questo ha ritardato il raggiungimento del consenso sul testo del SPM, che nei quattro giorni di negoziazione ha perso alcuni pezzi, ma ha almeno mantenuto inalterati i messaggi principali del rapporto.

L'Italia (con la Spagna) in questo quadro un po' confuso, in cui ognuno ha cercato di tirare la coperta dalla sua parte, ha spinto molto nei vari gruppi negoziabili e nell'assemblea plenaria della sessione per mantenere nel SPM la maggior parte delle informazioni scientifiche sugli impatti già in corso e su quelli futuri dell'Europa meridionale presentati in dettaglio nel capitolo sull'Europa. E si capisce il perché: infatti ambedue i rapporti WG1 e WG2 mostrano chiaramente la vulnerabilità

dell'Europa meridionale e dell'area mediterranea, che in particolare sta andando incontro a importanti fenomeni di degrado come la riduzione della disponibilità di acqua, che potrebbe causare una riduzione della disponibilità di aree per la coltivazione; un aumento della domanda di energia in estate con conseguente rischio di scarsità e black-out dell'energia; e un aumento dei fenomeni di siccità, con conseguente aumento della possibilità di incendi nelle foreste; un aumento del processo di salinizzazione ed eutrofizzazione delle acque costiere, con gravi conseguenze sull'ossigenazione delle acque e sulla pesca; e gravi perdite di biodiversità, specialmente nelle zone umide costiere e alpine, con gravi ripercussioni sul turismo.

3.2 Introduzione:

In una situazione di “business-as-usual”, cioè senza avviare azioni di mitigazione delle emissioni, la quantità di CO₂ triplicherà entro il 2100. Di quanti gradi centigradi aumenterà la temperatura, invece, è un dato ancora molto incerto e il range di possibilità varia da 1° a 6°C.

Questo è quello che è emerso dalla precedente relazione appena riassunta, ma rimangono ancora da stabilire quali saranno invece gli impatti che i cambiamenti climatici causeranno e quali misure d'adattamento devono essere adottate e il grado di vulnerabilità dei vari sistemi.

Come per la relazione “I Principi Fisici di Base” anche in questo caso vanno segnalate le carenze informative riguardanti alcune aree geografiche che non hanno ancora raggiunto un sufficiente livello strutturale da poter fornire informazioni adeguate.

A partire da questa relazione si delineeranno le strade da seguire per studiare gli impatti, l'adattamento e il grado di vulnerabilità dell'intero globo.

Si è già più volte sottolineato come l'insieme delle prove provenienti da tutti i continenti e da buona parte degli oceani, mettano in evidenza come molti sistemi naturali risentano fortemente dell'influenza degli effetti dei cambiamenti climatici regionali, in particolare dagli aumenti della temperatura.

Un esempio può essere fornito dai cambiamenti di stato di neve, ghiaccio e permafrost (terreno perennemente ghiacciato) che causeranno l'incremento e l'aumento del numero di laghi glaciali ma anche un'aumentata instabilità nelle regioni con permafrost e uno sviluppo di smottamenti rocciosi nelle regioni montane, vi saranno inoltre cambiamenti in alcuni ecosistemi artici e antartici, compresi quelli nei biomi dei ghiacci marini.

Non vanno dimenticati l'incremento dello scorrimento superficiale (run-off) dovuto all'anticipazione della primavera e l'aumento dello scioglimento delle nevi e dei ghiacci nonché il

riscaldamento dei laghi e dei fiumi in molte regioni, con effetti sulla struttura termica e la qualità dell'acqua.

Esiste inoltre un elevato grado di confidenza (“very high confidence”), sulla base di ulteriori prove derivanti da un'ampia gamma di specie, che il recente riscaldamento stia condizionando enormemente i sistemi biologici terrestri, un esempio può essere dato dalla manifestazione precoce degli eventi primaverili, come la migrazione degli uccelli e la deposizione delle uova, e gli spostamenti verso il polo e verso le altitudini più elevate dei raggi d'azione di specie vegetali e animali.

Sulla base delle osservazioni satellitari dai primi anni '80, esiste un elevato grado di confidenza (“very high confidence”) che ci sia stata una tendenza in molte regioni a un precoce “inverdimento” primaverile della vegetazione (misurato dall'Indice di Differenza Normalizzata della Vegetazione, una misurazione relativa della quantità di vegetazione verde in un'area sulla base delle immagini satellitari) collegato a stagioni termiche di crescita più lunghe per effetto del recente riscaldamento. Sempre a riguardo dei cambiamenti dei sistemi biologici marini e di acqua dolce c'è da sottolineare come ad essi sia associato l'incremento delle temperature delle acque, così come cambiamenti nella copertura di ghiaccio, nella salinità, nei livelli di ossigeno.

Questi includono lo spostamento dei raggi d'azione e cambiamenti nell'abbondanza di alghe, plankton e nelle specie ittiche negli oceani e alle latitudini elevate, ma anche aumenti nell'abbondanza algale e dello zooplankton nei laghi e a latitudini e altitudini elevate e infine a cambiamenti di raggio d'azione e migrazioni precoci dei pesci d'acqua dolce.

Un dato importante che non ha ricevuto la dovuta attenzione dai parte dei media è l'acidificazione degli oceani.

Di fatto, l'assorbimento del carbonio, di origine antropica, dal 1750 a oggi, ha portato gli oceani ad acidificarsi con una conseguente diminuzione media del pH di 0.1 unità; tuttavia, gli effetti dell'acidificazione oceanica osservata sulla biosfera marina non sono ancora ben documentati.

Esistono inoltre ulteriori prove che sono state raccolte negli ultimi cinque anni indicanti che i cambiamenti in molti sistemi fisici e biologici siano collegati al riscaldamento antropico. Ci sono tre insiemi di prove che, messi insieme, supportano tale conclusione:

- Il Quarto Rapporto di Valutazione del Primo Gruppo di Lavoro ha concluso che la maggior parte dell'aumento osservato nella temperatura media globale dalla metà del 20mo secolo sia molto probabilmente dovuto all'incremento osservato nelle concentrazioni di gas serra antropici.

- Delle oltre 29000 serie di dati osservati, provenienti da 75 studi e mostrandoci cambiamenti significativi in molti sistemi fisici e biologici, più dell'89% coincidono con la direzione del cambiamento previsto in risposta al riscaldamento (un sottoinsieme di circa 29000 serie di dati è stato selezionato da circa 80000 provenienti da 577 studi; queste rispettavano i seguenti criteri: (1) conclusi nel 1990 o successivamente, (2) coprono un periodo di tempo di almeno 20 anni, (3) mostrano un cambiamento significativo in entrambe le direzioni, come valutato nei singoli studi).
- Infine, esistono numerosi studi di simulazione che hanno collegato le reazioni in alcuni sistemi fisici e biologici al riscaldamento antropico comparando le risposte osservate in questi sistemi con reazioni simulate da modelli generati al computer in cui i forcing naturali (le attività solari e i vulcani) e i forcing antropici (gas serra e aerosol) sono stati volutamente separati. I modelli con forcing naturali e antropici abbinati simulano le reazioni osservate decisamente meglio di quanto fatto da modelli con il forcing naturale.

C'è inoltre da sottolineare come alcune limitazioni e lacune impediscano una più completa attribuzione delle cause e delle reazioni osservate nel sistema rispetto al riscaldamento antropico. Prima di tutto, va ricordata la limitata disponibilità del numero di sistemi e la varietà delle località considerate. In secondo luogo, la variabilità naturale della temperatura maggiore su scala regionale che globale, condiziona l'identificazione dei cambiamenti dovuti a un forcing esterno. Infine, su scala regionale sono influenti altri fattori (come il cambiamento d'uso del suolo, l'inquinamento e le specie invasive).

Ciononostante, la coincidenza tra i cambiamenti osservati e simulati in numerosi studi e la concordanza spaziale tra un riscaldamento regionale significativo e i relativi impatti su scala globale sono sufficienti per concludere con alto grado di confidenza ("very high confidence") che il riscaldamento antropico degli ultimi tre decenni abbia avuto un'influenza visibile su molti sistemi fisici e biologici.

Si sottolinea inoltre, come stiano emergendo altri effetti dei cambiamenti climatici regionali sugli ambienti naturali e umani, anche se molti sono difficili da distinguere a causa dell'adattamento.

Gli effetti degli incrementi di temperatura sono stati documentati nei seguenti sistemi (medio grado di confidenza):

- Effetti sulla gestione agricola e forestale nelle latitudini più elevate dell'Emisfero Settentrionale, come nel caso dell'anticipazione primaverile e quindi una diversa durata dei cicli di gestione delle colture non che i problemi causati dagli incendi o dai parassiti;

- Alcuni aspetti sulla salute umana, come ad esempio i tassi di mortalità europei sono dovuti a malattie infettive che hanno sempre maggiori vettori in alcune aree, ma anche da allergie ai pollini nell'emisfero Nord e alle alte Altitudini;
- La riduzione di alcune attività umane nell'Artico (come la caccia e i trasferimenti sulla neve e sul ghiaccio) e nelle regioni Alpine di altitudine inferiore (come le attività sportive montane).

Changes in physical and biological systems and surface temperature 1970-2004

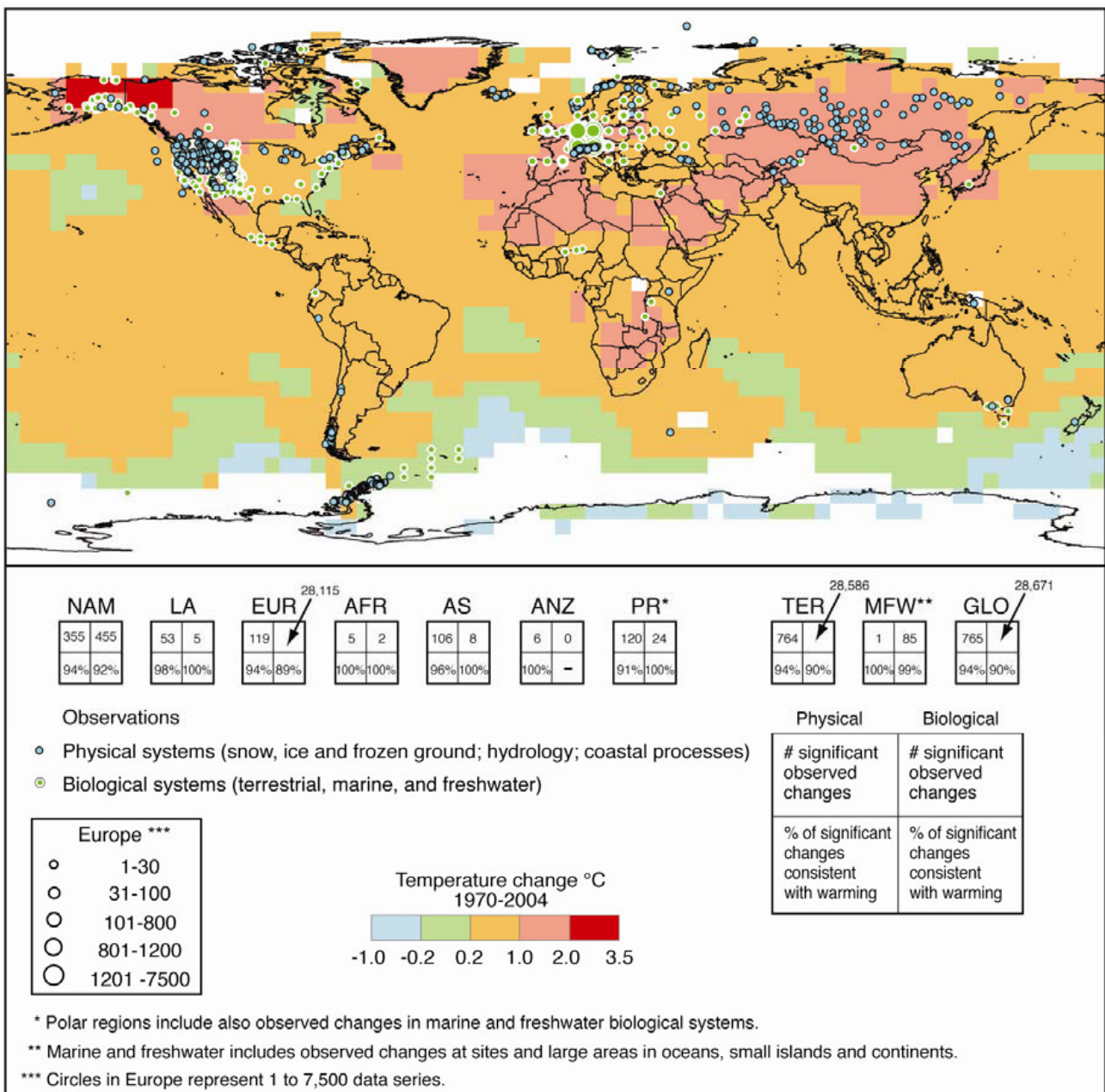


Figura 4.

La figura mette in evidenza la localizzazione geografica dei più significativi cambiamenti osservati nei sistemi fisici (criosfera, idrologia e processi costieri) e nei sistemi biologici (terrestri, marini e di acqua dolce), secondo gli studi

terminati nel 1990 o successivamente con almeno 20 anni di dati, insieme vengono mostrati i cambiamenti nella temperatura superficiale nel periodo 1970-2004. Un sottoinsieme di circa 29000 serie di dati è stato selezionato da circa 80000 serie di dati provenienti da 577 studi. Questi rispettano i seguenti criteri: (1) sono stati conclusi nel 1990 o successivamente; (2) hanno coperto un periodo di almeno 20 anni; (3) hanno mostrato un cambiamento significativo in entrambe le direzioni, come valutato nei singoli studi. Queste serie di dati derivano da circa 75 studi (di cui circa 70 sono nuovi rispetto al Terzo Rapporto di Valutazione) e contengono circa 29000 serie di dati, di cui circa 28000 provengono da studi europei. Le aree in bianco sono quelle che contengono un insufficiente numero di dati climatici osservati per stimare la tendenza della temperatura. I quadrati 2x2 mostrano il numero totale di serie di dati con cambiamenti significativi (riga superiore) e la percentuale di quelli concordanti col riscaldamento (riga inferiore), suddivisi per/ri regioni continentali, ovvero Nordamerica (NAM), America Latina (LA), Europa (EUR), Africa (AFR), Asia (AS), Australia e Nuova Zelanda (ANZ) e Regioni Polari (PR); e (ii) su scala globale, vale a dire Terrestre (TER), Marina e d'Acqua Dolce (MFW), Globale (GLO). Il numero di studi inseriti nei sette riquadri regionali non si sommano ai totali globali (GLO) poiché le quantità provenienti dalle regioni non polari non includono le cifre relative ai sistemi Marini e d'Acqua Dolce (MFR)

Un'interessante considerazione è quella che riguarda gli insediamenti nelle regioni montuose che sono soggette a rischio crescente per le piene dei laghi ghiacciati causate dalla fusione dei ghiacciai. Le istituzioni governative in alcune località hanno iniziato a reagire con la costruzione di dighe e con opere di drenaggio, allo stesso tempo il livello dei mari e lo sviluppo umano stanno congiuntamente contribuendo a perdite di zone paludose costiere e di mangrovie, oltre a incrementare in molte aree i danni per le alluvioni costiere. Gli impatti rispecchiano frequentemente i cambiamenti previsti nelle precipitazioni e in altre variabili climatiche in aggiunta alla temperatura, al livello dei mari e alle concentrazioni di anidride carbonica atmosferica. La dimensione e i tempi d'impatto varieranno con la quantità e la durata del cambiamento climatico e, in alcuni casi, con la capacità di adattamento. Di fondamentale importanza è la sezione riguardante i vari ecosistemi, dove vengono prese in considerazione le diverse realtà planetarie. Affascinante, dal punto di vista scientifico, è il riscontrare come in poche righe siano riassunti concetti decisamente rilevanti che riguardano intere porzioni di continenti, e che lanciano messaggi disarmanti sui probabili risvolti futuri della porzione di continente presa in esame. Viene nello specifico sottolineato come la resilienza (ovvero, la capacità di un ecosistema di ritornare allo stato originario una volta che è terminata una pressione naturale o antropica che ne ha modificato i relativi caratteri strutturali e/o funzionali) di molti ecosistemi è probabile che venga superata in questo secolo da una combinazione senza precedenti di cambiamenti climatici, disturbi associati (come alluvioni, siccità, incendi boschivi, insetti, acidificazione oceanica) e altri fattori responsabili del cambiamento globale (come il cambiamento di destinazione del territorio, l'inquinamento, l'ipersfruttamento delle risorse).

La relazione viene poi suddivisa in diversi capitoli, uno tra questi si intitola:

3.3 “alimentazione, fibre e prodotti forestali” (*“Food, fibre and forest products”*).

In questa sezione viene analizzata la produttività dei raccolti che è prevista in leggero aumento alle latitudini medio-elevate dove gli aumenti locali della temperatura saranno compresi tra 1 e 3°C a seconda del raccolto, per poi scendere oltre quella soglia in alcune regioni.

Alle latitudini inferiori, invece, soprattutto nelle regioni stagionalmente secche e tropicali, la produttività dei raccolti è prevista in diminuzione anche con piccoli aumenti della temperatura locale (1-2°C), il che potrebbe aumentare il rischio di mal-nutrizione.

A livello globale, è previsto un aumento della produzione alimentare associato agli incrementi nella temperatura media locale entro un intervallo di 1-3°C, ma al di sopra di questo limite è prevista una diminuzione.

C'è da considerare però, anche, che gli adattamenti come l'alterazione delle varietà e dei tempi di insemminazione permettono alle produzioni cerealicole delle basse e medio-alte latitudini di mantenersi alle condizioni normali (o al di sopra di esse) di produzione per un riscaldamento modesto.

A livello globale, la produttività del legname commerciale aumenterà modestamente con il cambiamento climatico a breve-medio termine, con una grande variabilità regionale attorno alla tendenza globale.

Sono previsti, infine anche dei cambiamenti regionali nella distribuzione e produzione di particolari specie ittiche per un continuo riscaldamento, con effetti negativi previsti per i settori dell'acquicoltura e della pesca.

3.4 I sistemi costieri e le aree di basso livello

In questo capitolo vengono prese in esame le possibili conseguenze derivanti dai cambiamenti climatici; ad esempio si prevede che le coste verranno esposte a rischi crescenti, compresa l'erosione costiera, si assisterà ad un'innalzamento del livello dei mari, e l'effetto sarà accentuato dall'aumento della pressione antropica sulle aree costiere.

Sono soprattutto a rischio quelle aree densamente popolate e di basso livello in cui la capacità di adattamento è relativamente scarsa, e in cui già si è costretti ad affrontare sfide come tempeste tropicali o subsidenza costiera locale (sprofondamento, cedimento). Le popolazioni maggiormente colpite saranno quelle dei grandi delta asiatici e africani, insieme alle piccole isole. L'adattamento sarà più difficilmente attuabile nelle regioni costiere e sarà una sfida maggiore nei

paesi in via di sviluppo rispetto a quelli industrializzati, a causa delle limitazioni nella capacità di adattamento.

3.5 L'industria, gli insediamenti e la società

Un altro ambito che viene considerato da questo rapporto dell'IPCC è quello riguardante i costi e i benefici del cambiamento climatico per l'industria, gli insediamenti e la società che varieranno enormemente a seconda del luogo, delle dimensioni e della scala. Nel complesso, tuttavia, gli effetti netti tenderanno ad essere più negativi maggiore sarà il cambiamento del clima.

Le industrie, gli insediamenti e le società più vulnerabili sono generalmente quelle nelle pianure costiere e alluvionali, ma anche quelle le cui economie sono strettamente legate alle risorse sensibili al clima, e quelle nelle aree soggette a eventi meteorologici estremi, soprattutto laddove vi sia una rapida urbanizzazione.

Le comunità povere, come abbiamo già visto, possono essere particolarmente vulnerabili, in particolare quelle concentrate nelle aree ad alto rischio e avranno la tendenza ad avere capacità di adattamento più limitate, a causa della stretta dipendenza da parte delle risorse sensibili al clima come le forniture idriche e alimentari locali.

Laddove gli eventi meteorologici estremi diventassero più intensi e/o più frequenti, i costi economici e sociali di quegli eventi aumenteranno, e tali incrementi saranno sostanziali nelle aree più direttamente colpite. Gli impatti del cambiamento climatico si diffonderanno dalle aree e dai settori più colpiti ad altre aree e settori attraverso reazioni a catena estese e complesse.

Di fondamentale importanza è il capitolo inerente alla salute, dove viene espressamente sancito che le esposizioni legate al cambiamento climatico colpiranno la condizione sanitaria di milioni di persone, in particolare quelle con scarsa capacità di adattamento, tramite:

- aumenti della malnutrizione e di disturbi correlati, con implicazioni per la crescita e lo sviluppo infantile;
- l'aumento dei decessi, delle malattie e degli infortuni per effetto delle ondate di calore, delle alluvioni, delle tempeste, degli incendi e delle siccità;
- il peso crescente delle malattie diarroiche;
- la frequenza crescente delle malattie cardiorespiratorie per le maggiori concentrazioni a livello del suolo dell'ozono in relazione al cambiamento climatico;
- l'alterazione nella distribuzione spaziale di alcuni vettori di malattie infettive.

Si prevede che il cambiamento climatico abbia degli effetti misti, come la diminuzione o l'aumento del raggio e del potenziale di trasmissione della malaria in Africa.

Alcuni studi nelle aree temperate (principalmente nei paesi industrializzati) hanno però mostrato che il cambiamento climatico porterà alcuni benefici, come un minor numero di decessi per l'esposizione al freddo. Nel complesso, però, si prevede che questi benefici verranno superati dagli effetti sanitari negativi dell'aumento di temperature in tutto il mondo, soprattutto nei paesi in via di sviluppo.

Il bilancio di impatti sanitari positivi e negativi varierà da luogo a luogo, e si altererà nel tempo qualora le temperature continuassero a salire. Saranno criticamente importanti quei fattori che modellano direttamente la salute delle popolazioni come l'educazione, l'assistenza sanitaria, la prevenzione sanitaria pubblica e lo sviluppo economico e delle infrastrutture.

Informazioni più specifiche sono oggi disponibili per tutte le regioni del pianeta in merito alla natura dei futuri impatti, compresi quei luoghi non coperti nelle precedenti valutazioni.

3.6 La situazione Europea:

Nel caso specifico dell'Europa per la prima volta, sono stati documentati impatti di ampio raggio dei cambiamenti nel clima attuale; esempi possono essere forniti dalla ritirata dei ghiacciai, dalle stagioni di crescita più lunghe, dallo spostamento dei raggi d'azione delle specie, e dagli impatti sanitari dovuti a ondate di calore di dimensioni senza precedenti. Si vuol far notare, inoltre, come i cambiamenti osservati già descritti concordano con quelli previsti per il cambiamento climatico futuro.

Si prevede che quasi tutte le regioni europee verranno colpite negativamente da alcuni impatti del cambiamento climatico e che questi presenteranno delle sfide per molti settori economici. Inoltre il cambiamento climatico ingigantirà le differenze regionali nelle risorse naturali e negli assetti europei. Per quel che riguarda gli impatti negativi, c'è da dire che essi includeranno un aumento del rischio di esondazioni lampo nell'entroterra, sommato ad una maggiore frequenza delle alluvioni e all'aumento dell'erosione delle coste (per effetto dell'innalzamento del livello dei mari). La grande maggioranza degli organismi ed ecosistemi sarà in grave difficoltà per adattarsi al cambiamento climatico.

Si fa notare come anche le aree montane subiranno cambiamenti, come un'accelerata ritirata dei ghiacciai, una riduzione della copertura nevosa e quindi un minor ritorno economico a causa della mancanza di turismo invernale, e infine, una minor variabilità di specie con forte perdite (in alcune aree fino al 60%, in base a scenari di emissioni elevate, entro il 2080).

Nell'Europa meridionale, (la situazione specifica Italiana verrà approfondita nel IV cap.) si prevede che il cambiamento climatico peggiori le condizioni (temperature elevate e siccità) nelle regioni già tutt'ora vulnerabili alla variabilità climatica, si ridurrà la disponibilità idrica, quindi minor energia potenziale idroelettrica. Si prevede inoltre un aumento dei rischi sanitari dovuti alle ondate di caldo e agli incendi boschivi.

Anche nell'Europa centrale e orientale, le precipitazioni estive sono previste in diminuzione, causando maggiori stress idrici. I rischi per la salute dovuti alle ondate di calore sono previsti in aumento, anche se non sono così allarmanti come per il caso dell'Europa meridionale. Si prevede che la produttività forestale diminuisca e che aumenti la frequenza degli incendi nelle torbiere.

Nell'Europa settentrionale, invece, si prevede che il cambiamento climatico inizialmente porti effetti misti, compresi alcuni benefici come una ridotta domanda di riscaldamento, un aumento della produttività dei raccolti e un aumento della crescita delle foreste. Tuttavia, continuando, il cambiamento climatico accrescerà gli impatti negativi (incluse alluvioni invernali più frequenti, ecosistemi danneggiati e un aumento dell'instabilità dei suoli) che supereranno i suoi benefici.

A partire dal Terzo Rapporto di Valutazione dell'IPCC, è cresciuta la confidenza (confidence) che alcuni eventi meteorologici ed estremi diventeranno più frequenti, più diffusi e/o più intensi durante il XXI secolo; inoltre si hanno più conoscenze sugli effetti potenziali di questi cambiamenti. La tabella ne presenta una selezione.

Fenomeni e direzione del trend	Previsioni future basate su proiezioni per il ventunesimo secolo utilizzando gli scenari SRES	ESEMPIO DEI POSSIBILI EFFETTI E DEI PROBABILI IMPATTI			
		Agricoltura, silvicoltura e ecosistemi	Risorse idriche	Salute umana	Industria, stabilimenti e società
Zone dove il riscaldamento e le alte temperature sono presenti sia di giorno che di notte, e sono maggiori i giorni caldi rispetto a quelli freddi	Certezza virtuale	Aumento della produttività negli ambienti più freddi, e diminuzione della produttività in quelli più caldi; aumento degli insetti	Aumento delle risorse idriche a causa dello scioglimento dei ghiacci e dell'evapotraspirazione.	Riduzione della mortalità umana a causa dell'esposizione al freddo	Ridotta richiesta di energia per il riscaldamento, aumentata richiesta per il raffreddamento; declino della qualità dell'aria in città; effetti sul turismo invernale

Aumento della frequenza del riscaldamento sulla maggior parte delle zone della terra	Molto probabile	Selvaggio aumento del pericolo di incendi, riduzione dello sbalzo termico	Aumento della richiesta d'acqua, problemi per la qualità dell'acqua come ad esempio l'insorgere di fioriture algali	Aumento del rischio di mortalità dovuto al calore, soprattutto per gli anziani, malati cronici, bambini, emarginati sociali (socially-isolated)	Riduzione della qualità della vita per le persone che risiedono in alloggi non adatti, effetti sugli anziani, molto giovani e poveri.
Forti precipitazioni e frequenti sopra alcune aree	Molto probabile	Danni molto probabili ai raccolti, con erosione dei terreni, inabilità nella coltivazione del terreno dovuta all'inondazione di questi	Effetti contrari sulla qualità dell'acqua superficiale e freatica, contaminazione dei rifornimenti idrici	Aumento del rischio di morte, lesioni, contagi, e malattie respiratorie e della pelle	Danni agli stabilimenti, al commercio, ai trasporti dovuti alle inondazioni. Pressioni sulle infrastrutture rurali e urbane
Area sottoposta ad un aumento di siccità	Probabile	Probabile degradazione, bassi rendimenti e danni ai raccolti, aumento della moria del bestiame	Stress idrico più diffuso	Aumento del rischio di scarsità d'acqua; aumento del rischio di mal-nutrizione; aumento del rischio di malattie portato dagli alimenti	Scarsità d'acqua per gli stabilimenti, per l'industria e le società; ridotta capacità potenziale idrica
Aumento dell'intensità e dell'attività dei cicloni tropicali	Probabile	Probabile danneggiamento dei raccolti; sradicamento di alberi; danneggiamento di reefs di corallo	Rottura del rifornimento di acqua pubblica	Rischio aumentato di malattie, morte e lesioni, a causa degli alimenti e dell'acqua	Possibili pericoli di inondazioni a causa della rottura degli argini e conseguenti danni, tra cui la perdita di proprietà
Aumentate conseguenze a causa dell'aumento del livello dei mari (escluso tsunami), problemi di salinizzazione nell'acqua per l'irrigazione, negli estuari e nell'acqua dolce	Probabile	Invasione e intrusione della salinizzazione nei sistemi d'acque dolci	Disponibilità diminuita di acqua dolce a vantaggio dell'intrusione dell'acqua salata	Aumento del rischio di morti e lesioni e inondazioni, con effetti sulla salute	Costi di protezione litoranea contro i costi di utilizzazione del territorio e loro ricollocazione; potenziale movimento delle popolazioni e delle infrastrutture

Tabella (3). Esempi di possibili impatti dei cambiamenti climatici dovuti a cambiamenti negli eventi meteorologici e climatici estremi, basati sulle proiezioni dalla metà alla fine del XXI secolo. Questi non prendono in considerazione nessun cambiamento o sviluppo della capacità di adattamento. Gli esempi possono essere ritrovati nei capitoli del Rapporto di Valutazione completo (vedi riferimenti in alto alle colonne). Le prime due colonne di questa tabella

(ombreggiate in giallo) sono prese direttamente dal SPM del Gruppo di Lavoro I del Quarto Rapporto di Valutazione (Tabella SPM-2). La probabilità stimata nella colonna 2 è relativa ai fenomeni indicati nella colonna 1. La direzione del trend e la probabilità dei fenomeni sono date per le proiezioni dei cambiamenti climatici IPCC SRES.

Questo Rapporto di Valutazione chiarisce che gli impatti futuri dei cambiamenti climatici saranno di tipo misto nelle diverse regioni. Per gli aumenti della temperatura media globale inferiori a 1-3°C saranno sopra i livelli del 1990, le proiezioni indicano che alcuni impatti porteranno benefici in alcune regioni e alcuni settori, e produrranno costi in altre regioni ed altri settori. Comunque, alcune regioni alle basse latitudini e le regioni polari potranno avere costi netti anche per piccoli aumenti di temperatura. E' molto probabile che per aumenti di temperatura maggiori di circa 2-3°C tutte le regioni sperimenteranno o una diminuzione dei benefici netti o un aumento dei costi netti. Queste osservazioni confermano l'evidenza riportata nel Terzo Rapporto di Valutazione, che, mentre per i Paesi in via di sviluppo ci si aspetta percentuali di perdite maggiori, le perdite medie globali potrebbero essere 1-5% del Prodotto Interno Lordo (PIL) per un riscaldamento di 4°C.

L'adattamento sarà necessario per affrontare gli impatti derivanti dal riscaldamento che è già inevitabile per le emissioni passate.

Si stima che le passate emissioni implicino un riscaldamento inevitabile (circa ulteriori 0,6°C entro la fine del secolo) anche se le concentrazioni di gas serra atmosferici rimanessero ai livelli del 2000 (si veda il Quarto Rapporto di Valutazione del Primo Gruppo di Lavoro). Esistono alcuni impatti per cui l'adattamento è l'unica risposta disponibile e appropriata.

Un'ampia serie di opzioni di adattamento è disponibile, ma è necessario un adattamento più estensivo di quello attualmente in corso per ridurre la vulnerabilità ai cambiamenti climatici futuri.

Esistono barriere, limiti e costi, ma questi non sono del tutto compresi.

Si prevede che gli impatti aumentino con gli incrementi della temperatura media globale, come indicato nella Tabella 3. Sebbene numerosi impatti iniziali del cambiamento climatico possano essere efficacemente affrontati con l'adattamento, le opzioni per un adattamento riuscito diminuiscono e i costi associati aumentano con l'incremento del cambiamento climatico. Allo stato attuale, non abbiamo un quadro chiaro dei limiti all'adattamento o dei costi, in parte per il fatto che misure di adattamento efficaci siano altamente dipendenti da specifici fattori di rischio geografici e climatici, così come da limitazioni istituzionali, politiche e finanziarie.

La varietà di potenziali risposte d'adattamento disponibili alla società umana è molto ampia, variando da quelle puramente tecnologiche (come le difese marine), passando per quelle comportamentali (ad esempio, cambiamenti nelle scelte alimentari e ricreative), fino a quelle gestionali (come la modifica delle pratiche agricole) e alle politiche (vedi le normative di pianificazione). Mentre in alcuni paesi la maggior parte delle tecnologie e delle strategie sono

conosciute e sviluppate, la letteratura valutata non indica quanto le varie opzioni siano efficaci nel ridurre completamente i rischi, specialmente per alti livelli di riscaldamento e relativi impatti e per gruppi più vulnerabili. Inoltre ci sono enormi barriere ambientali, economiche, di formazione, sociali, attitudinali e comportamentali all'attuazione dell'adattamento. Per i paesi in via di sviluppo, la disponibilità di risorse ed il “*capacity building*” per l'adattamento sono particolarmente importanti.

Tuttavia, non ci si attende che sia il solo adattamento ad affrontare tutti gli effetti previsti dal cambiamento climatico, e soprattutto non nel lungo periodo qualora la maggior parte degli impatti aumentassero di dimensioni.

La vulnerabilità al cambiamento climatico può essere accentuata dalla presenza di altre pressioni.

Gli stress non climatici possono aumentare la vulnerabilità ai cambiamenti climatici riducendo la resistenza e possono anche ridurre la capacità di adattamento a causa dell'impiego di risorse per necessità concorrenti. Per esempio, gli stress attuali su alcune barriere coralline includono l'inquinamento marino e il runoff chimico dall'agricoltura così come aumenti della temperatura dell'acqua e dell'acidificazione degli oceani. Le regioni vulnerabili vanno incontro a stress molteplici, che influenzano la loro esposizione e sensibilità così come la loro capacità di adattamento. Questi stress derivano, per esempio, dai pericoli correlati al clima attuale, dalla povertà e da un accesso iniquo alle risorse, dall'insicurezza del cibo, dai trend della globalizzazione economica, dai conflitti e dal verificarsi di malattie quali l'HIV/AIDS. Le misure di adattamento raramente vengono prese in considerazione come risposta solo ai cambiamenti climatici, ma possono essere integrate, per esempio, nella gestione delle risorse idriche, della difesa delle coste, e nelle strategie di riduzione del rischio.

La vulnerabilità futura dipende non solo dai cambiamenti climatici ma anche dalla tipologia di sviluppo.

Un importante passo avanti fatto dal Terzo Rapporto di Valutazione dell'IPCC è stato quello di completare gli studi di impatto per una gamma di diverse tipologie di sviluppo, le quali prendono in considerazione non solo le proiezioni dei cambiamenti climatici, ma anche le proiezioni dei cambiamenti sociali ed economici. La maggior parte di questi studi si basano sulla caratterizzazione della popolazione e sui livelli di reddito provenienti dal Rapporto Speciale sugli Scenari di Emissione (SRES) dell'IPCC.

Questi studi mostrano che, secondo le proiezioni, gli impatti dei cambiamenti climatici possono variare ampiamente a seconda delle tipologie di sviluppo assunte. Per esempio sotto scenari alternativi, ci possono essere notevoli differenze nella popolazione regionale, nel reddito e nello

sviluppo tecnologico, le quali sono spesso un fattore determinante per il livello di vulnerabilità ai cambiamenti climatici.

Lo sviluppo sostenibile può ridurre la vulnerabilità dei cambiamenti climatici, e i cambiamenti climatici possono limitare le capacità delle nazioni di intraprendere dei percorsi di sviluppo sostenibile.

Lo sviluppo sostenibile può inoltre, ridurre la vulnerabilità ai cambiamenti climatici attraverso il miglioramento della capacità di adattamento e l'aumento della resistenza. Al momento, comunque, sono pochi i piani per la promozione della sostenibilità che includono esplicitamente sia l'adattamento agli impatti dei cambiamenti climatici sia la promozione della capacità di adattamento.

D'altra parte, è molto probabile che i cambiamenti climatici possano rallentare il progresso verso lo sviluppo sostenibile sia direttamente, attraverso una maggiore esposizione agli impatti negativi, sia indirettamente, attraverso una riduzione della capacità di adattarsi.

Fino ad ora sono state completate poche valutazioni di impatto per scenari in cui le concentrazioni atmosferiche future di gas ad effetto serra sono stabilizzate. Nonostante questi studi non prendano pienamente in considerazione le incertezze delle proiezioni climatiche sotto condizioni di stabilizzazione, essi danno comunque indicazioni dei danni evitati o delle vulnerabilità e dei rischi ridotti per le diverse quantità di riduzione delle emissioni.

Un insieme di misure di adattamento e mitigazione possono diminuire i rischi associati ai cambiamenti climatici.

Nemmeno gli sforzi di mitigazione più stringenti potrebbero evitare ulteriori impatti dei cambiamenti climatici nei prossimi decenni, il che rende l'adattamento essenziale, specialmente per far fronte agli impatti nel breve termine. I cambiamenti climatici non mitigati porterebbero probabilmente nel lungo termine, a superare la capacità dei sistemi naturali, gestiti e umani di adattarsi.

Questo suggerisce il valore di una serie o di un insieme di strategie che includa la mitigazione, l'adattamento, lo sviluppo tecnologico (per migliorare sia l'adattamento che la mitigazione) e la ricerca (sulla scienza del clima, gli impatti, l'adattamento e la mitigazione). Tale serie di strategie potrebbe combinare politiche con approcci basati sugli incentivi ("incentive-based approaches") ed azioni a tutti i livelli dal singolo cittadino ai governi nazionali ed alle organizzazioni internazionali.

Un modo per aumentare la capacità di adattamento è quello di introdurre la considerazione dei cambiamenti climatici nei piani di sviluppo, per esempio:

- includendo misure di adattamento nella pianificazione dell'uso del suolo e nella progettazione delle infrastrutture;
- includendo misure per ridurre la vulnerabilità nelle strategie già esistenti per la riduzione del rischio dai disastri.

Sebbene la scienza che fornisce ai decisori politici le informazioni sugli impatti dei cambiamenti climatici ed il potenziale di adattamento sia migliorata dal Terzo Rapporto di Valutazione, rimangono ancora importanti domande che attendono una risposta. Come abbiamo visto, i capitoli del Quarto Rapporto di Valutazione del Gruppo di Lavoro II contengono numerose affermazioni circa le priorità per le osservazioni e la ricerca future, e questo consiglio dovrebbe essere preso in considerazione seriamente.

4_ Working Group III Contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Climate Change 2007

Mitigazione dei Cambiamenti Climatici

4.1 Prefazione:

Il Gruppo di Lavoro III (WGIII) dell'IPCC si è riunito a Bangkok dal 30 aprile al 4 maggio per finalizzare e presentare il Quarto Rapporto di Valutazione dell'IPCC (AR4 – IPCC Fourth Assessment Report) focalizzato sulle possibili opzioni di mitigazione delle emissioni dei gas ad effetto serra, relativamente agli aspetti scientifici, tecnologici, ambientali e socio economici della mitigazione dei cambiamenti climatici. Il lavoro valuta pertanto la nuova letteratura in materia pubblicata dopo il Terzo Rapporto di Valutazione (TAR - Third Assessment Report) ed i Rapporti Speciali su: la cattura e lo stoccaggio della CO₂ (SRCCS - Special Reports on CO₂ Capture and Storage), la protezione dello strato di Ozono (SROC - Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System).

4.2 Introduzione:

Punto focale di questo ultimo rapporto è senz'altro quello di fornire ai decisori politici un quadro riassuntivo che gli guidi nelle scelte che dovranno saper affrontare per attuare misure che mirino alla riduzione delle emissioni di gas serra, con l'obiettivo di rallentare e in prospettiva fermare il fenomeno del riscaldamento globale.

Si tratta di un vero e proprio “pacchetto” di consigli operativi, indirizzati a premier e ministri di tutto il mondo, sui modi più efficaci per stabilizzare i gas serra, in altre parole per arrestare la continua ascesa delle emissioni che stanno riscaldando il pianeta e alterando il clima.

Le due precedenti parti del medesimo rapporto, concordate e presentate nei mesi precedenti dall'IPCC durante i summit di Parigi e a Bruxelles, hanno affrontato, rispettivamente, lo stato delle conoscenze scientifiche e le conseguenze dei cambiamenti climatici nelle varie aree del globo. Si affidano agli operatori politici alcuni avvertimenti ineludibili: l'uomo appare come il principale responsabile delle alterazioni climatiche evidenziate negli ultimi decenni; superati i due gradi di aumento delle temperature medie (già siamo quasi a +1°C), e cioè dopo la metà del secolo, le conseguenze del riscaldamento globale saranno catastrofiche per le economie della maggior parte dei Paesi, soprattutto per quelli in via di sviluppo, e per tutte le specie viventi; per minimizzare i

danni è indispensabile che le varie nazioni si attrezzino con opere di difesa dagli estremi climatici (azioni di adattamento) e riducano le emissioni dei gas serra (azioni di mitigazione).

La sintesi dell'AR4 – IPCC Fourth Assessment Report è stata suddivisa in sei sezioni:

- 1) Trend delle emissioni dei gas ad effetto serra (GHG)
- 2) Mitigazione nel breve e medio termine (fino al 2030), nei diversi settori economici
- 3) Mitigazione nel lungo termine (dopo 2030)
- 4) Politiche, misure e strumenti per mitigare i cambiamenti climatici
- 5) Sviluppo sostenibile e mitigazione dei cambiamenti climatici
- 6) Lacune nelle conoscenze

Di seguito sinteticamente analizzate.

4.3 Trend delle emissioni dei gas ad effetto serra:

In quest'ultimo rapporto viene sottolineato come le varie politiche, tra cui quelle sui cambiamenti climatici, sulla sicurezza dell'approvvigionamento energetico, e sullo sviluppo sostenibile, sono state efficaci nel ridurre le emissioni di "GHG" in diversi settori e in diversi paesi. L'impatto di queste misure, non è ancora stato abbastanza ampio da controbilanciare la crescita globale delle emissioni. Le emissioni globali dei gas ad effetto serra (GHG) sono cresciute dal periodo pre-industriale (con un incremento del 70% tra il 1970 e il 2004), e la crescita maggiore proviene dal settore energetico (con un aumento del 145%). La crescita delle emissioni dirette in questo periodo per il settore dei trasporti è stata del 120%, e del 65% per l'uso del suolo. Fra il 1970 e il 1990, le emissioni dirette del settore agricolo sono cresciute del 27% e quelle del settore edile del 26%, e queste ultime sono in seguito rimaste approssimativamente ai livelli del 1990. Anche il settore edilizio ha un alto livello di uso dell'elettricità e quindi le emissioni totali, dirette e indirette, in questo settore sono molto più alte (75%) rispetto alle sole emissioni dirette.

Per quel che riguarda le emissioni delle sostanze che riducono lo strato di ozono (ODS, *Ozone Depleting Substances*) controllate dal Protocollo di Montreal, e che sono anche GHG, si registra una significativa diminuzione dagli anni '90. Nel 2004 le emissioni di questi gas erano circa il 20% del loro livello nel 1990.

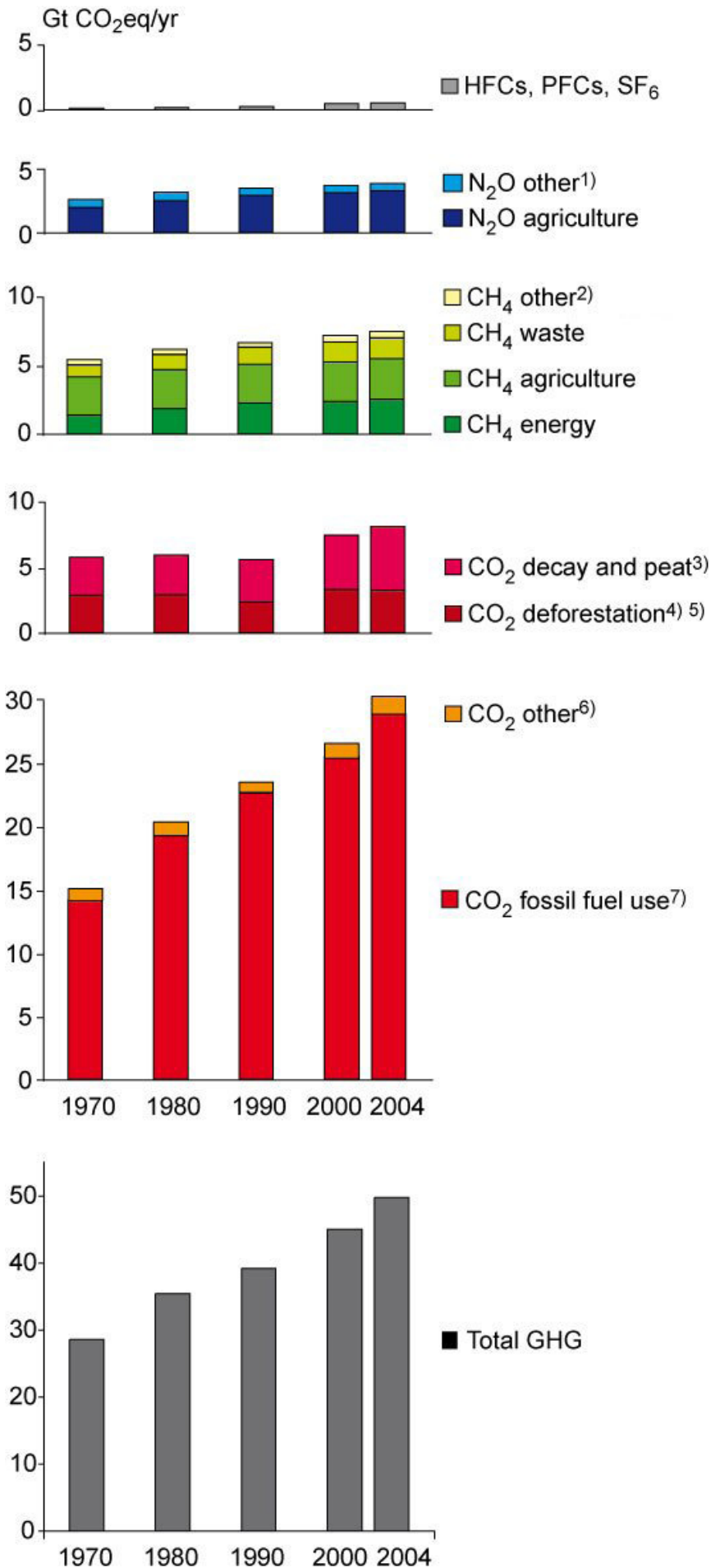
Il documento evidenzia, come le emissioni dei gas responsabili dell'effetto serra debbano smettere di aumentare dal 2015 per poi ridursi gradualmente e arrivare nel 2050 a un 50-85% in meno rispetto ai livelli del 2000. Un obiettivo giudicato realistico grazie alle innovazioni tecnologiche e che permetterebbe di contenere l'aumento della temperatura tra i 2 e i 2,4 gradi, soglia sopra la

quale gli esperti ritengono si corrano gravissimi rischi per l'ambiente. Il costo per centrare questo traguardo è stimato dagli esperti in una riduzione di appena lo 0,12% nella crescita del Pil mondiale da qui al 2030.

Le emissioni senza, un cambiamento di rotta sull'impiego dei combustibili fossili, cresceranno del 90% nei prossimi 25 anni. Ma nella settimana di lavoro a Bangkok i delegati di Cina e India avevano tentato di evitare fino all'ultimo un riferimento alla necessità di ridurre queste emissioni. Il rapporto suggerisce tra l'altro di far aumentare il costo dei combustibili fossili, anche agendo sulle leve fiscali.

Per il presidente dell'IPCC, Rajendra Pachauri, quello che è stato appena presentato è un rapporto "formidabile" che chiede a tutta l'umanità di "modificare i propri modelli di consumo". Per la prima volta il rapporto ha sottolineato l'importanza di un cambiamento nello stile di vita per contrastare il riscaldamento globale.

Pachauri ha fatto due esempi: tenere i termosifoni più bassi e mangiare meno carne rossa, riducendo così le emissioni causate dagli animali da allevamento.



Figura(5): Potenziale di Riscaldamento Globale (GWP - Global Warming Potential) pesato sulle emissioni globali di gas ad effetto serra nel periodo 1970-2004. Per convertire le emissioni in CO₂-eq. sono stati usati 100 anni di GWP dall'IPCC 1996 (SAR) (cf. Linea guida UNFCCC). Sono stati inclusi CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs e SF₆ da tutte le fonti possibili.

Le due categorie di emissioni di CO₂ riflettono le emissioni di CO₂ dall'utilizzo e dalla produzione di energia (secondo dal basso) e dai cambiamenti dell'uso del suolo (terzo dal basso) [Figura 1.1a].

Note:

1. "N₂O other" include i processi industriali, deforestazione/incendi delle savane, acque reflue e incenerimento di rifiuti.
2. "CH₄ other" proviene da processi industriali e incendi delle savane.
3. Include le emissioni da produzione e uso di bioenergia.
4. Emissioni di CO₂ da decomposizione di biomassa sul terreno che rimane dopo inondazioni e deforestazioni e CO₂ da incendi nelle torbiere e decomposizione di suoli di torba drenati.
5. Ed anche uso tradizionale di biomassa al 10% del totale, assumendo che il 90% derivi da produzione sostenibile di biomassa. Corretto per il 10% di carbonio di biomassa che si assume rimanga carbone (charcoal) dopo la combustione.
6. Media dei dati per le foreste di larga scala e gli incendi di biomassa nelle steppe per il 1997-2002 basati sul data-base satellitare Global FireEmissions.
7. "Fossil fuel use" include le emissioni dai prodotti derivati dei combustibili fossili.

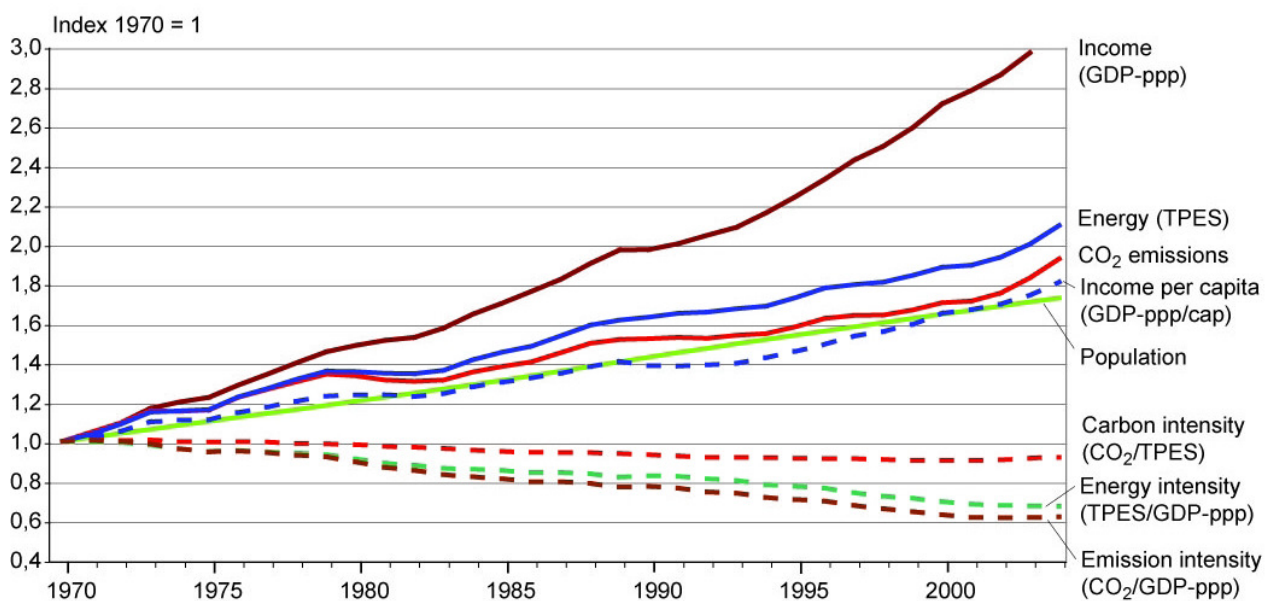


Figura (6): Sviluppo globale relativo del Prodotto Interno Lordo misurato in PPP (GDPppp), Fornitura Totale di Energia Primaria (TPES - Total Primary Energy Supply), emissioni di CO₂ (da combustione di combustibili fossili, gas scaricato in torcia e manifatture di cemento) e Popolazione (Pop). Inoltre, attraverso le linee tratteggiate, la figura mostra il reddito pro capite (GDPppp/Pop), l'Intensità di Energia (TPES/GDPppp), l'Intensità di Carbonio dell'energia fornita (CO₂/TPES), e l'Intensità di Emissione del processo economico di produzione (CO₂/GDPppp) per il periodo 1970-2004.

4.4 Mitigazione nel breve e medio termine (fino al 2030), nei diversi settori economici.

Quelli che vengono presentati in questa sezione, sono un insieme di Scenari di Emissione⁷ dell'IPCC Special Report on Emission Scenarios (SRES).

Si tratta, per l'appunto di un insieme di ipotesi (4) nelle quali si intravedono i possibili sviluppi adattativi e soprattutto di mitigazione da qui al 2030.

Ad esempio lo scenario **A1** descrive un futuro con una crescita economica molto rapida, associata all'introduzione di nuove e più efficienti tecnologie. In questo caso, i temi dominanti sono le convergenze regionali, il "capacity building" e l'aumento delle interazioni culturali e sociali, con una sostanziale diminuzione delle differenze regionali di reddito pro-capite. Vengono poi sviluppati tre sottogruppi che descrivono direzioni alternative nei cambiamenti tecnologici del sistema energetico.

La famiglia di scenari **A2** descrive un mondo molto eterogeneo. Il tema dominante è l'auto-sufficienza e la preservazione delle identità locali. La natalità fra le regioni converge molto lentamente, e di conseguenza si ha un continuo aumento di popolazione. Lo sviluppo economico è

essenzialmente orientato su base regionale e la crescita economica pro capite e i cambiamenti tecnologici sono molto frammentati.

Nella famiglia di scenari **B1** viene descritto un mondo convergente con la stessa popolazione globale, che, come per la trama A1, avrà un massimo a metà secolo per poi declinare, ma con un rapido cambio nella struttura economica verso un'economia di informazione e servizi, con una riduzione dell'intensità dei materiali e l'introduzione di tecnologie per le risorse efficienti e pulite. Viene data molta importanza alle soluzioni globali per l'economia, alla sostenibilità sociale ed ambientale, includendo un miglioramento dell'equità, ma senza ulteriori iniziative climatiche.

Infine la famiglia di scenari **B2** descrive un mondo in cui l'enfasi è incentrata sulle soluzioni locali per la sostenibilità economica, sociale e ambientale. E' un mondo in cui la popolazione globale cresce continuamente, con un tasso minore dell'A2, dove lo sviluppo economico ha livelli intermedi e i cambiamenti tecnologici sono meno rapidi e più diversificati rispetto alle trame di B1 e A1. Si focalizza sui livelli locali e regionali, anche se lo scenario è orientato verso la protezione ambientale e l'equità sociale.

Essenziale per la comprensione di questa parte, risulta essere il “*Box SPM 2: Mitigation potential and analytical approaches*” (*Potenziale di mitigazione e approcci analitici*) dove vengono fornite un insieme di spiegazioni utili per migliorare la comprensione del testo.

Ad esempio viene spiegato il concetto di Il concetto di “Potenziale di mitigazione” (*Mitigation potential*) che è stato sviluppato per valutare la scala delle riduzioni di GHG che potrebbero essere fatte, rispetto alle emissioni di baseline, per un dato livello del prezzo del carbonio (espresso in costo per unità di emissioni di biossido di carbonio equivalente evitate o ridotte). Il Potenziale di mitigazione si differenzia ulteriormente in termini di “potenziale di mercato” e “potenziale economico”.

Il *Potenziale di mercato (Market potential)* è il potenziale di mitigazione basato su costi privati e tassi di sconto privati, che ci si aspetta potrebbero presentarsi sotto le condizioni di mercato previste, includendo le politiche e misure attualmente in atto, e notando che le barriere limitano il reale *uptake*.

Il *Potenziale economico (Economic potential)* è il potenziale di mitigazione che tiene conto dei costi e benefici sociali e dei tassi di sconto sociali, assumendo che l'efficienza del mercato sia migliorata dalle politiche e misure e che le barriere siano state rimosse.

Gli studi di potenziale di mercato possono essere usati per informare i decisori politici sul potenziale di mitigazione con le politiche e barriere esistenti, mentre gli studi di potenziale economico mostrano cosa si potrebbe ottenere se fossero messe in atto appropriate nuove e ulteriori

politiche per rimuovere le barriere e includere i costi e benefici sociali. Il potenziale economico è perciò generalmente maggiore del potenziale di mercato.

Il potenziale di mitigazione è stimato usando diversi tipi di approcci. Ci sono due classi maggiori, l'approccio "*bottom-up*" e l'approccio "*top-down*", che sono stati usati principalmente per valutare il potenziale economico.

Gli studi *bottom-up* sono basati sulla valutazione delle opzioni di mitigazione, enfatizzando specifiche tecnologie e norme. Sono tipicamente studi settoriali che mantengono invariata la macro economia. In questo rapporto di valutazione, le stime di settore sono state aggregate, come nel TAR, per dare una stima del potenziale di mitigazione globale.

Gli studi *top-down* valutano il potenziale economico di larga scala delle opzioni di mitigazione. Questi studi usano strutture globalmente consistenti e informazioni aggregate sulle opzioni di mitigazione e considerano i feedback macro-economici e di mercato.

In particolare gli studi *bottom-up* sono utili per la valutazione di opzioni politiche specifiche a livello di settore, per esempio, opzioni per migliorare l'efficienza energetica, mentre gli studi *top-down* sono utili per valutare politiche sui cambiamenti climatici inter-settoriali ed economiche di larga scala, come le tasse sul carbonio (*carbon taxes*) e le politiche di stabilizzazione.

Comunque, gli attuali studi *bottom-up* e *top-down* del potenziale economico presentano delle limitazioni nella scelta degli stili di vita, e nell'inclusione di tutte le esternalità come inquinamento locale dell'aria. Essi hanno inoltre una rappresentazione limitata di alcune regioni, paesi, settori, gas e barriere. Le proiezioni dei costi di mitigazione non tengono conto dei benefici potenziali dei cambiamenti climatici evitati.

Gli studi *bottom-up* e *top-down* indicano che c'è un sostanziale potenziale economico per la mitigazione delle emissioni globali di GHG nei prossimi decenni, potenziale che potrebbe bilanciare la crescita delle emissioni globali indicata dalle proiezioni o ridurre le emissioni al di sotto dei livelli attuali.

4.4.1 Studi *bottom-up*:

Nella tabella (4) e nella figura (7) è presentato il potenziale economico al 2030 stimato in questo rapporto di valutazione da approcci *bottom-up* (vedi sopra). Come riferimento: le emissioni nel 2000 erano 43 GtCO₂-eq..

Tabella (4): Potenziale di mitigazione economico globale nel 2030 stimato da studi bottom-up.

Prezzo del Carbonio (US\$/tCO ₂ -eq)	Potenziale Economico (GtCO ₂ -eq/a)	Riduzione relativa allo scenario SRES A1 (68 GtCO ₂ - eq/a) (%)	Riduzione relativa allo scenario SRES B2 (49 GtCO ₂ - eq/a) (%)
0	5-7	7-10	10-14
20	9-17	14-25	19-35
50	13-26	20-38	27-52
100	16-31	23-46	32-63

4.4.2 Studi *top-down*:

I calcoli della riduzione delle emissioni nel 2030 effettuati da studi *top-down* sono presentati nella Tabella (5) e nella Figura (8). I potenziali economici globali trovati con gli studi *top-down* sono in linea con quelli degli studi *bottom-up* (vedi sopra), sebbene vi siano considerevoli differenze a livello di settore.

Tabella (5): Potenziale economico di mitigazione globale nel 2030 stimato da studi top-down.

Prezzo del Carbonio (US\$/tCO ₂ -eq)	Potenziale Economico (GtCO ₂ -eq/a)	Riduzione relativa allo scenario SRES A1B (68 GtCO ₂ eq/a) (%)	Riduzione relativa allo scenario SRES B2 (49 GtCO ₂ eq/a) (%)
20	9-18	13-27	18-37
50	14-23	21-34	29-47
100	17-26	25-38	35-53

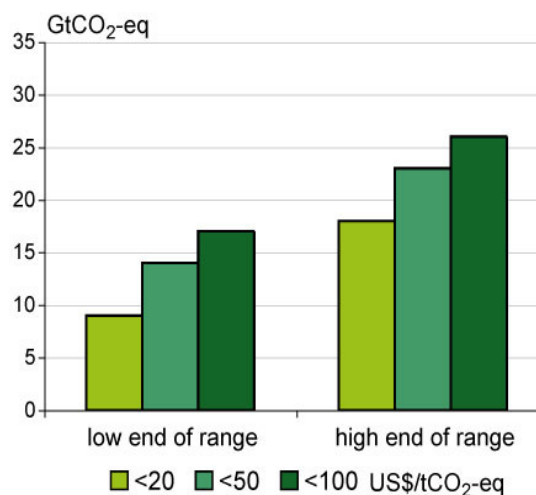
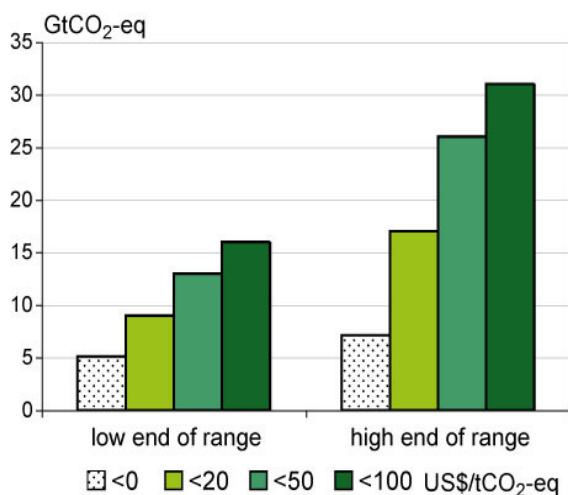


Figura (7):
Potenziale economico globale di mitigazione nel 2030 stimato da studi bottom-up (dati da Tabella 4)

Figura (8):
Potenziale economico globale di mitigazione nel 2030 stimato da studi top-down (dati da Tabella 5)

Gli scienziati dell'IPCC hanno concluso che la mitigazione delle emissioni di gas ad effetto serra non può essere effettuata in maniera efficace agendo su un solo settore o attraverso l'utilizzo di un'unica tecnologia. A tale riguardo i settori/tecnologie con il maggior potenziale economico di mitigazione sono il settore energetico (ad esempio attraverso il maggiore utilizzo delle fonti rinnovabili, il miglioramento dell'efficienza nella generazione e distribuzione e il maggior ricorso alla cogenerazione), il settore civile/residenziale (in particolare attraverso l'aumento dell'efficienza nell'uso finale di energia negli edifici) e industriale (in particolare attraverso l'aumento dell'efficienza delle apparecchiature elettriche e del maggiore riutilizzo e riciclo).

Per una maggiore chiarezza e semplicità di comprensione, in Tabella (6) riporto le principali tecnologie e pratiche di mitigazione per settore. I settori e le tecnologie sono elencate senza un ordine particolare. Le pratiche non tecnologiche, come il cambiamento dello stile di vita, che sono trasversali, non sono incluse in questa tabella.

- Si stima che i costi macro-economici necessari per stabilizzare, al 2030, le concentrazioni in atmosfera di gas ad effetto serra tra 445 e 710 ppm CO₂-eq sono quantificabili in un range compreso tra una riduzione del 3% del prodotto interno lordo globale (GDP) e un lieve aumento dello stesso (rispetto all'andamento tendenziale). Tuttavia i costi regionali possono essere significativamente diversi rispetto alle medie globali relative ai diversi scenari di stabilizzazione.
- Questi costi tuttavia possono essere significativamente contenuti:

- 1) attraverso l'attuazione di politiche climatiche finalizzate a stimolare l'innovazione tecnologica;
- 2) se gli introiti derivanti dall'attuazione di "carbon tax" o dalla messa all'asta delle quote nell'ambito di un sistema di scambio delle quote di emissioni sono utilizzati per promuovere le

tecnologie a basso contenuto di carbonio o riformare opportunamente gli schemi di tassazione esistenti ;

3) attraverso un approccio alla mitigazione che tenga conto di tutti i gas ad effetto serra e che includa i “carbon sinks”;

Tabella (6): Principali tecnologie e pratiche di mitigazione per settore. I settori e le tecnologie sono elencate senza un ordine particolare. Le pratiche non tecnologiche, come il cambiamento dello stile di vita, che sono trasversali, non sono incluse in questa tabella.

Settore	Principali tecnologie e pratiche di mitigazione attualmente disponibili sul mercato.	Principali tecnologie e pratiche di mitigazione che si prevede siano commercializzate prima del 2030.
Fornitura di energia	Miglioramento dell'efficienza delle forniture e della distribuzione; passaggio da carbone a gas come carburante; energia nucleare; calore ed energia rinnovabile (energia idroelettrica, solare, eolica, geotermale e bioenergia); energia e calore combinati; prime applicazioni di CCS (<i>Capture and Storage</i>), per esempio, stoccaggio della CO ₂ rimossa dal gas naturale	Cattura e confinamento dell'Anidride Carbonica (<i>Carbon Capture and Storage - CCS</i>) per impianti di produzione dell'energia elettrica da gas, biomassa e carbone; energia nucleare avanzata; energie rinnovabili avanzate, incluse: l'energia da moto ondoso e mareale, solare concentrato, e solare fotovoltaico.
Trasporti	Veicoli alimentati a carburante più efficiente; veicoli ibridi; veicoli diesel più puliti; biocarburanti; spostamento modale dal trasporto su ruote al trasporto su rotaie e sistemi di trasporto pubblico; trasporti non motorizzati (bicicletta, a piedi); pianificazione dell'uso del territorio e dei trasporti	Seconda generazione di biocarburanti; maggiore efficienza degli aeroplani; veicoli elettrici e ibridi avanzati con batterie più potenti e affidabili
Costruzioni	Efficiente illuminazione e uso dell'orario legale; apparecchi elettrici e dispositivi di riscaldamento e raffreddamento più efficienti; cucine più efficienti, migliori isolamenti; progettazione per il riscaldamento e il raffreddamento solare attivo e passivo; fluidi di refrigerazione alternativi, recupero e riciclo di gas fluorogenati	Progettazione integrata di edifici commerciali, includendo tecnologie come contatori intelligenti, che forniscono feedback e controllo; solare fotovoltaico integrato nelle costruzioni
Industria	Uso più efficiente delle apparecchiature elettriche; recupero di energia e calore; riciclo e sostituzione dei materiali; controllo delle emissioni di gas non-CO ₂ ; e un'ampia gamma di tecnologie specifiche per un dato processo	Efficienza energetica avanzata; CCS per la manifattura di cemento, ammoniaca e ferro; elettrodi inerti per la manifattura dell'alluminio
Agricoltura	Gestione delle coltivazioni e dei pascoli migliorata per aumentare la riserva di carbonio nel suolo; ripristino di suoli di torbiera coltivati e di terre degradate; miglioramento delle tecniche di produzione del riso e di allevamento del bestiame e della gestione del concime per ridurre le emissioni di CH ₄ ; miglioramento delle tecniche di applicazione di fertilizzanti a base di nitrati per ridurre le emissioni di N ₂ O; coltivazioni dedicate per sostituire i combustibili fossili; efficienza energetica migliorata	Miglioramento dei raccolti agricoli
Silvicoltura/Foreste	Forestazione; riforestazione; gestione delle foreste; riduzione delle deforestazione; gestione dei prodotti derivanti dalla raccolta del legname; uso dei prodotti della silvicoltura per la produzione di bioenergia allo scopo di sostituire l'uso di combustibili fossili	Miglioramento delle specie di alberi per aumentare la produttività di biomassa e l'assorbimento di carbonio. Tecnologie satellitari migliorate per l'analisi del potenziale di assorbimento da parte di vegetazione/soilo e mappatura del cambio di utilizzo del suolo
Rifiuti	Siti per il recupero del metano; incenerimento dei rifiuti con recupero di energia; compostaggio dei rifiuti organici; trattamento controllato delle acque di scarico; riciclo e minimizzazione dei rifiuti	Biocoperture e biofiltri per ottimizzare l'ossidazione del CH ₄

Gli investimenti nelle infrastrutture energetiche nei Paesi in via di sviluppo, l'ammodernamento delle infrastrutture energetiche nei Paesi sviluppati e le politiche per aumentare la sicurezza energetica, possono, in molti casi, creare opportunità per ridurre le emissioni di gas-serra rispetto all'andamento tendenziale e, nello stesso tempo, produrre co-benefici (co-benefits) quali la diminuzione dell'inquinamento dell'aria, un miglioramento della bilancia commerciale, una fornitura di servizi energetici moderni alle aree rurali e un aumento dell'occupazione.

Anche l'utilizzo delle energie rinnovabili e l'aumento dell'efficienza energetica contribuiscono alla sicurezza energetica, occupazione e miglioramento della qualità dell'aria. Considerati i costi delle altre opzioni di approvvigionamento energetico ed ipotizzando prezzi del carbonio fino a 50 US\$/t CO₂-eq, le energie rinnovabili, che nel 2005 hanno contribuito alla produzione totale di energia elettrica per il 18%, al 2030 potranno contribuire per il 30-35% alla produzione totale di energia elettrica. Anche l'energia nucleare e la cattura e stoccaggio geologico del carbonio sono annoverate nel rapporto tra le opzioni di mitigazione. Considerati i costi delle altre opzioni di approvvigionamento energetico ed ipotizzando prezzi del carbonio fino a 50 US\$/t CO₂-eq, il nucleare che nel 2005 ha contribuito alla produzione totale di energia elettrica per il 16%, al 2030 potrà contribuire per il 18% alla produzione totale di energia elettrica. Tuttavia le questioni relative alla sicurezza, alla proliferazione degli armamenti e al trattamento delle scorie costituiscono un ostacolo all'incremento dell'utilizzo del nucleare.

- Esistono molte opzioni di mitigazione nel settore dei trasporti, ma il loro effetto potrebbe essere vanificato dalla crescita del volume del settore. Tali opzioni includono: l'aumento dell'efficienza energetica dei veicoli, l'uso dei bio-combustibili e lo spostamento modale del trasporto dalla strada alla ferrovia ed alle vie di navigazione interne. Le forze del mercato, incluso l'aumento del costo dei combustibili, da sole non sono in grado di generare riduzioni significative delle emissioni. In particolare per il settore dell'aviazione, il potenziale di riduzione delle emissioni nel medio periodo può essere raggiunto attraverso il miglioramento dell'efficienza, ottenibile ad esempio attraverso interventi sulla tecnologia e miglioramento della gestione del traffico aereo.

4.5 Mitigazione nel lungo termine (dopo il 2030)

Per stabilizzare le concentrazioni di GHG in atmosfera, le emissioni avrebbero bisogno di raggiungere un picco e poi diminuire. Più basso è il livello di stabilizzazione, più rapidamente questo picco e questa successiva diminuzione dovrebbero verificarsi. Gli sforzi di mitigazione nei

prossimi due o tre decenni avranno un vasto impatto sulle opportunità di raggiungere livelli di stabilizzazione più bassi.

Il range dei livelli di stabilizzazione valutati può essere raggiunto attraverso un'insieme di tecnologie, alcune delle quali sono già oggi disponibili sul mercato mentre altre lo saranno nei prossimi decenni, purché vengano forniti appropriati ed efficaci incentivi per lo sviluppo, l'acquisizione, la diffusione di tali tecnologie e per superare le barriere.

Si stima che i costi macro-economici necessari per stabilizzare, al 2050, le concentrazioni in atmosfera dei gas ad effetto serra tra 450 e 710 ppm CO₂-eq sono quantificabili in un range compreso tra una riduzione del 5.5% del prodotto interno lordo globale (GDP) e un aumento del 1% dello stesso (rispetto all'andamento tendenziale).

Per raggiungere gli obiettivi di stabilizzazione sarebbero necessari investimenti nelle tecnologie a bassa emissione di GHG e una loro vasta applicazione in tutto il mondo, ed anche miglioramenti tecnologici attraverso iniziative di Ricerca, Sviluppo e Dimostrazione (*Research, Development & Demonstration* - RD&D) pubbliche e private, così come la riduzione dei costi. Più bassi sono i livelli di stabilizzazione, specialmente quelli minori o uguali a 550 ppm CO₂-eq, maggiore è la necessità di sforzi e investimenti più efficienti in RD&D sulle nuove tecnologie durante i prossimi decenni.

Appropriati incentivi potrebbero permettere di affrontare questi ostacoli e aiutare a raggiungere gli obiettivi attraverso un'ampia gamma di opzioni tecnologiche

La decisione in merito all'individuazione del livello appropriato di mitigazione fa parte di un processo iterativo di gestione del rischio che tiene conto sia degli aspetti relativi alla mitigazione che di quelli relativi all'adattamento. Le scelte in merito al livello e alla tempistica di mitigazione dovrebbero essere guidate da un confronto tra i costi associati ad una tempestiva riduzione delle emissioni e i danni di medio e lungo termine connessi ad una ritardata azione.

4.6 Politiche, misure e strumenti per la mitigazione dei cambiamenti climatici

In questa parte di Summary si fa notare come esista un'ampia gamma di politiche nazionali e di strumenti disponibili ai governi per creare incentivi per le azioni di mitigazione. La loro applicabilità dipende dalle circostanze nazionali e dalla comprensione delle loro interazioni, ma l'esperienza derivante dall'implementazione in vari paesi e settori mostra che ci sono vantaggi e svantaggi per ogni dato strumento.

Tali politiche includono strumenti economici, finanziamenti pubblici e regolamentazione, ma tali strumenti possono essere progettati bene o male, ed essere efficaci o meno.

Alcuni risultati generali sul rendimento di queste politiche sono:

- 4.6.1 Politiche climatiche integrate in politiche di sviluppo più ampie rendono più semplice l'implementazione ed il superamento delle barriere.
- 4.6.2 Regolamentazioni e standard forniscono generalmente alcune certezze sui livelli di emissione. Essi possono essere preferibili rispetto ad altri strumenti quando limitazioni nelle informazioni o altre barriere impediscono ai produttori o ai consumatori di rispondere ai segnali di prezzo. Comunque, essi non possono portare a innovazioni e a tecnologie più avanzate.
- 4.6.3 Tasse e tariffe possono stabilire un prezzo per il carbonio, ma non possono garantire un particolare livello delle emissioni. La letteratura identifica le tasse come un modo efficiente per internalizzare i costi delle emissioni di GHG.
- 4.6.4 I permessi negoziabili stabiliranno un prezzo del carbonio. Il volume delle emissioni permesse determina la loro efficacia ambientale, mentre l'allocazione dei permessi ha conseguenze distribuzionali. La fluttuazione del prezzo del carbonio rende difficile stimare il costo totale per rispettare i permessi di emissione.
- 4.6.5 Gli incentivi finanziari (sussidi e crediti d'imposta) sono usati spesso dai governi per stimolare lo sviluppo e la diffusione di nuove tecnologie. Mentre i costi economici sono generalmente più alti che quelli per gli strumenti sopra citati, essi sono spesso fondamentali per superare le barriere.
- 4.6.6 Gli accordi volontari fra l'industria e i governi sono politicamente attraenti, aumentano la consapevolezza fra i portatori di interesse, e hanno giocato un ruolo importante nello sviluppo di molte politiche nazionali. La maggior parte degli accordi non ha raggiunto riduzioni significative delle emissioni. Comunque, alcuni accordi recenti, in pochi paesi, hanno accelerato l'applicazione delle migliori tecnologie disponibili (*best available technology* - BAT) e portato a riduzioni misurabili delle emissioni.

4.6.7 Gli strumenti di informazione (per esempio, le campagne di divulgazione) possono influire positivamente sulla qualità ambientale promuovendo scelte consapevoli e possibilmente contribuendo a cambiamenti comportamentali, comunque, il loro impatto sulle emissioni non è ancora stato misurato.

In questo rapporto viene di fatto usata una scala bi-dimensionale per la trattazione delle incertezze. La scala è basata sul giudizio esperto degli autori del WGIII, sul livello di accordo nella letteratura riguardo uno specifico risultato (livello di accordo), e sul numero e sulla qualità di fonti indipendenti che le qualificano in base alle regole dell'IPCC, sulle quali questi risultati sono basati (quantità di evidenza). Questo non è un approccio quantitativo, dal quale possono essere calcolate le

probabilità relative alle incertezze, e dato che il futuro comporta inevitabili incertezze, in questo rapporto sono stati largamente usati gli scenari, cioè rappresentazioni internamente consistenti di differenti possibili futuri (che non sono previsioni del futuro).

Tabella 7: Politiche, azioni e strumenti selezionati per settore, che si sono dimostrati efficaci dal punto di vista ambientale nei rispettivi settori in almeno un numero significativo di casi a livello nazionale.

Settore	Politiche, misure e strumenti che si sono dimostrati efficaci dal punto di vista ambientale	Principali barriere o opportunità
Forniture di energia]	Riduzione dei sussidi per i combustibili fossili	Resistenze derivanti da interessi acquisiti possono renderne difficile l'implementazione
	Tasse o tariffe sul carbonio per i combustibili fossili	
	Sistemi di incentivazione in tariffa per le tecnologie delle energie rinnovabili	Potrebbe essere appropriato creare mercati per le tecnologie a basse emissioni
	Vincoli per le energie rinnovabili	
	Sussidi ai produttori	
Trasporti	Risparmio dei carburanti obbligatorio, miscele di biocarburanti e standard di CO ₂ per i trasporti su gomma	La copertura parziale della flotta di veicoli può limitarne l'efficacia
	Tasse sull'acquisto di veicoli, sulle registrazioni, sull'uso e sui motori a carburante, prezzi di strade e parcheggi	L'efficacia può diminuire con entrate maggiori
	Influenzare le necessità di mobilità tramite regolamentazioni sull'uso del suolo, e pianificazione delle infrastrutture	Particolarmente appropriato per i paesi che stanno costruendo il proprio sistema di trasporto
	Investimenti in strutture di trasporto pubblico invitanti e in forme di trasporto non motorizzate	
Edifici	Elettrodomestici con standard e etichette	Sono necessarie revisioni periodiche degli standard
	Certificazioni e codici per gli edifici	Invitanti per i nuovi edifici. L'imposizione di vincoli può essere difficile
	Programmi di gestione della domanda	Necessità di regolamentazioni perchè le aziende fornitrici di servizi di pubblica utilità possano trarne profitto
	Programmi di leadership del settore pubblico, inclusi gli appalti	L'acquisto da parte del governo può aumentare la domanda di prodotti energeticamente efficienti

	Incentivi per le società di servizi energetici (ESCOs)	Fattore di successo: accesso ai finanziamenti di terze parti
Industria	Fornire informazioni di riferimento (standard)	Può essere appropriato stimolare l'utilizzo di tecnologie. La stabilità delle politiche nazionali è importante nell'ambito della competitività internazionale
	Standard per le prestazioni	
	Sussidi, crediti d'imposta	

In letteratura si identificano molte opzioni per raggiungere delle riduzioni d'emissioni globali di GHG a livello internazionale attraverso la cooperazione. Inoltre si suggerisce come gli accordi di successo siano efficaci dal punto di vista ambientale, efficaci dal punto di vista dei costi, e includano considerazioni distribuzionali e di equità, e sono fattibili dal punto di vista istituzionale.

4.7 Sviluppo sostenibile e mitigazione dei cambiamenti climatici

Rendere lo sviluppo più sostenibile attraverso il cambiamento dei sentieri di sviluppo può apportare un grande contributo alla mitigazione dei cambiamenti climatici, ma l'implementazione potrebbe richiedere risorse per superare molteplici barriere. C'è una comprensione crescente delle possibilità di scelta ed attuazione delle opzioni di mitigazione in diversi settori per realizzare sinergie ed evitare conflittualità con altre dimensioni dello sviluppo sostenibile.

Le misure di adattamento sono necessarie, indipendentemente dalla scala delle misure di mitigazione e far fronte ai cambiamenti climatici deve essere considerato un elemento essenziale delle politiche di sviluppo sostenibile. Le circostanze nazionali e la forza delle istituzioni determinano in che modo le politiche di sviluppo incidono sulle emissioni di GHG. I cambiamenti dei percorsi di sviluppo emergono dalle interazioni fra i processi decisionali pubblici e privati che coinvolgono i governi, le imprese e la società civile, processi molti dei quali non sono tradizionalmente considerati come politiche climatiche. Questo processo è più efficace quando gli attori vi partecipano in modo equilibrato e i processi decisionali decentralizzati sono coordinati

Rendere lo sviluppo più sostenibile può migliorare sia le capacità di adattamento che le capacità di mitigazione, e ridurre le emissioni e la vulnerabilità ai cambiamenti climatici. Le sinergie fra mitigazioni e adattamento possono esistere; ne sono esempi, la creazione di aree protette, la gestione del territorio, l'uso dell'energia negli edifici e la silvicoltura. In altre situazioni, vi possono essere dei compromessi, come un aumento delle emissioni dovuto all'aumento del consumo energetico relativo alle risposte di adattamento.

4.8 Lacune nella conoscenza

Dall'intera relazione emerge, come ci siano ancora lacune rilevanti nelle conoscenze attualmente disponibili su alcuni aspetti della mitigazione dei cambiamenti climatici, specialmente nei paesi in via di sviluppo. Lacune, che potrebbero essere superate con delle ricerche aggiuntive che si focalizzino sullo studio di queste "mancanze" riducendo ulteriormente le incertezze e quindi facilitando il processo di scelta delle decisioni politiche sulla mitigazione dei cambiamenti climatici. Interessante è senz'altro l'analisi esplicativa che viene fornita per interpretare in maniera più adeguata l'intera relazione.

Si fa notare, infatti, che le differenze fondamentali tra le scienze disciplinari alla base dei Rapporti dei tre Gruppi di Lavoro rendono impraticabile un approccio comune. L'approccio basato sulla definizione di "probabilità" applicato nel Rapporto "Climate change 2007, the physical science basis" e quello basato sulle definizioni di "confidenza" e "probabilità" usato nel Rapporto "*Climate change 2007, impacts, adaptation, and vulnerability*" sono stati giudicati inadeguati a descrivere le incertezze specifiche che compaiono in questo Rapporto sulla mitigazione, poiché qui vengono prese in considerazione anche le scelte umane.

5_I CAMBIAMENTI CLIMATICI: LA SITUAZIONE ITALIANA

5.1 Prefazione:

Per colmare i ritardi in merito alla mitigazione e all'adattamento causati dai cambiamenti climatici, il 12 e il 13 Settembre 2007 a Roma s'è tenuta la Conferenza Nazionale sui Cambiamenti Climatici (CNCC), totalmente incentrata sulle strategie di adattamento con l'obiettivo strategico di contribuire ad avviare un processo di pianificazione in relazione al clima del futuro.

La manifestazione, può essere considerata a tutti gli effetti la prima Conferenza sui cambiamenti climatici in Italia, anche se già nel 1993 si era tenuta una precedente conferenza sul clima organizzata dal Ministero dell'Ambiente in collaborazione con L'ENEA.

Per la complessità e la molteplicità dei temi trattati, la Conferenza di Settembre è stata preceduta da eventi preparatori, che hanno avuto il compito di stendere i presupposti tecnici. La trattazione di tali presupposti rappresenta l'oggetto del presente documento.

Questa sintesi intende contribuire all'elaborazione di una Strategia Nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici, relativamente ai fenomeni aridità – salute umana – innalzamento del livello del mare, come definiti anche dalla Convenzione delle Nazioni Unite per la Lotta alla Desertificazione, mettendo a disposizione una sintesi aggiornata, condivisa e istituzionalmente accettata delle esperienze e delle strategie attuabili nel nostro Paese.

5.2 Introduzione:

Secondo l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), nell'ultimo secolo è stato osservato un aumento della temperatura media di 0.7 °C al nord e 0.9 °C nel centro e Sud dell'Italia. Durante le ultime cinque decadi le precipitazioni sono diminuite del 14% su tutto il territorio nazionale.

Dal 1981 al 2004 si è potuto rilevare un aumento del 14% del numero di giornate calde (temperatura massima superiore a 25°C) e fra il 1961 e 2004, si è evidenziata una riduzione media di circa il 20% dei giorni di gelo (temperatura minima inferiore o uguale a 0°C).

E' ragionevole ritenere che l'Italia in assenza di interventi di mitigazione del cambiamento climatico subirà un riscaldamento maggiore negli anni a venire.

Sempre secondo l'Istituto Nazionale è atteso un aumento fino a circa 3,5-4° C entro la fine del secolo. E' probabile una diminuzione del 25% delle precipitazioni invernali nella regione

Mediterranea e nell'Italia settentrionale, ed un contemporaneo aumento della frequenza di precipitazioni estreme.

Inoltre, è previsto un aumento della frequenza delle giornate calde e torride assieme ad una diminuzione del numero delle giornate di gelo. Altro dato significativo è la previsione di un ulteriore aumento della temperatura del mare.

Per quel che riguarda l'aumento di emissioni di gas serra, l'Italia apporta un contributo dell'11 % a livello Europeo e di circa il 2 % a livello globale. Ma c'è da sottolineare il dato che fra il 1990 ed il 2005 in Italia le emissioni totali di gas serra sono aumentate di circa il 12%. I settori maggiormente responsabili d'emissione di CO₂ sono le industrie energetiche per circa il 32% e il trasporto per circa il 26%.

I cambiamenti osservati nel sistema climatico hanno già impatti su molti sistemi fisici e biologici e su alcuni settori economici. L'aumento del livello del mare implicherà rischi per le aree costiere italiane. Uno studio NASA- Goddard Institute for Space Studies (GISS) ha evidenziato che circa 4.500 chilometri quadrati di aree costiere sono a rischio di inondazione. L'approvvigionamento di acqua potrebbe diventare ancora più problematico di quanto non sia oggi in Puglia, in Basilicata, in Sicilia ed in Sardegna, a causa sia della progressiva e crescente scarsità di acqua che del malfunzionamento dei sistemi di gestione. L'ulteriore diminuzione delle precipitazioni medie potrebbe richiedere il riutilizzo delle acque di scarico e la desalinizzazione delle acque marine. Lo stress idrico potrebbe aumentare del 25% durante questo secolo.

L'aumento della temperatura dell'acqua provoca cambiamenti termo-energetici, con una maggiore crescita di alghe e cianobatteri nei laghi e la migrazione di alcune specie di alghe tossiche in prossimità delle coste italiane.

Anche in Italia la popolazione sarà esposta sia alla maggiore frequenza ed intensità degli eventi estremi che alla variabilità meteorologica. L'IPCC stima un aumento della frequenza, intensità e durata delle ondate di calore in Europa, ed un aumento della frequenza delle precipitazioni estreme. Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (dati 2000) ha stimato che le aree a rischio di inondazione siano il 2,6% del territorio nazionale sia costiera che entroterra.

5.3 Aridità – Salute umana – Innalzamento del livello del mare.

Un'importante settore di criticità di impatto per il nostro territorio è senz'altro costituito dal progressivo accentuarsi del fenomeno dell'aridità. Questo è causato dall'aumento delle temperature e accompagnato dalla diminuzione in alcuni contesti territoriali e dalle mutate modalità delle precipitazioni, nonché dall'ulteriore presenza di zone di intensa urbanizzazione, di degrado delle

caratteristiche dei terreni dovute a cause molteplici, fra cui pratiche agricole scorrette, incendi boschivi, salinizzazione della falda, ecc. i cambiamenti climatici in corso stanno inequivocabilmente aumentando il rischio di desertificazione in tutto il territorio nazionale, e non solo nelle regioni meridionali tradizionalmente più a rischio.

Le evidenze degli effetti dei cambiamenti climatici diretti o indiretti sulla salute umana diventeranno sempre maggiori.

- La popolazione italiana è già stata colpita dalle ondate di calore, e lo sarà ancor più in futuro con una media del 3% di aumento della mortalità per ogni grado di aumento di temperatura.
- Il cambiamento climatico può aumentare la frequenza e la durata di giornate di inquinamento da ozono in particolare durante la stagione calda.
- Le inondazioni hanno già causato morti, disabilità e malattie, che potrebbero aumentare in futuro.
- Per le malattie trasmesse da vettori, esiste il rischio potenziale che patologie come la febbre del Nilo Occidentale (west Nile fever) e i casi di Leishmaniosi più aggressiva (attualmente superiori a 500 in Italia) aumentino e migrino verso latitudini più settentrionali.
- Per quello che riguarda le patologie trasmesse dagli alimenti, è stato dimostrato che in Europa, negli ambienti con una temperatura al di sopra dei 5° C, all'aumentare di 1 grado di temperatura media in una settimana, i casi di infezioni di salmonella, crescono del 5-10%.
- Potranno aumentare le malattie legate all'acqua, dovute all'aumento delle inondazioni e conseguente danneggiamento delle fognature e contaminazione da acque reflue.
- Aumenta il rischio di intossicazione da alghe e cianobatteri potenzialmente tossici che si presentano in concentrazioni più abbondanti in associazione al cambiamento climatico.
- Ci potrebbero essere modifiche stagionali dei disturbi allergici nel futuro legate principalmente ad una fioritura più precoce, un aumento della concentrazione e ad una possibile invasione di nuove specie di piante allergizzanti.

5.4 Le misure di mitigazione e adattamento

La sanità pubblica dovrebbe dare priorità alle cause delle malattie e alla tutela della salute, mirando a prevenire gli effetti avversi. Le azioni per ridurre definitivamente gli impatti sulla salute del cambiamento climatico sono le strategie di mitigazione e di adattamento. Molti principi ormai consolidati indicano la necessità di un approccio energico della sanità pubblica nei confronti del cambiamento climatico.

In Italia sono state adottate alcune misure per ridurre i gas serra (mitigazione). Ma queste non

sono per ora ancora sufficienti. L'Unione Europea nel suo insieme si è impegnata ad una riduzione delle emissioni pari all'8% nel periodo 2008-2012, rispetto ai livelli del 1990. Per l'Italia, l'Unione Europea ha stabilito un obiettivo di riduzione pari al 6,5% nel suddetto periodo. Nel 2005 le emissioni ammontavano al 12,1% in più rispetto al 1990 e si prevede un ulteriore aumento. Il recente 4° rapporto di valutazione dell'IPCC indica chiaramente che i costi per mitigare i gas ad effetto serra possono essere controbilanciati dai benefici per la salute che si possono avere attraverso la riduzione dell'inquinamento atmosferico. Integrando l'abbattimento dell'inquinamento atmosferico con le politiche per la mitigazione del cambiamento climatico, il costo si riduce ulteriormente.

L'adattamento sarà sempre più necessario con l'aumento del caldo. Anche se le concentrazioni dei gas serra resteranno ai livelli dei primi anni del XXI secolo, la temperatura aumenterà di 0.6°C per la fine del secolo. Oggi tutte le società hanno a disposizione una vasta gamma di potenziali risorse d'adattamento, che spaziano da quelle tecnologiche (ad es. la difesa tramite dighe per le inondazioni), comportamentali (ad es. scelte relative all'utilizzo dell'energia; adeguamento dell'abbigliamento e delle abitudini individuali), gestionali (ad es. programmazione dei servizi sanitari per i rischi estivi) e politiche (es. norme di pianificazione urbanistica). Anche se la maggior parte delle tecnologie e delle strategie sono ben note e già sviluppate in alcuni paesi, è necessario inserire le varie misure in un contesto integrato all'interno di un piano d'adattamento che identifichi le esigenze e le priorità sulla base degli scenari prevedibili in Italia.

Politiche che mirino alla difesa della salute dagli effetti del cambiamento climatico hanno un effetto positivo sia sulle strategie di adattamento ambientali che su quelle di altri settori.

Esaminando le politiche europee e nazionali esistenti, appare chiaro che l'obiettivo della riduzione delle patologie collegate ai cambiamenti climatici coinvolge le decisioni di molti altri settori quali l'uso del territorio, il trasporto, il commercio, le relazioni con l'estero, gli affari interni, le politiche per l'alloggio, l'energia. Il riferimento costante e trasversale ai benefici ed ai rischi per la salute favorisce sinergie e rende più forte il sostegno dell'opinione pubblica alle politiche ambientali e per lo sviluppo sostenibile.

5.5 Le azioni di sanità pubblica

Complessivamente sono cinque le grandi aree di intervento da sviluppare o rafforzare per proteggere la salute della popolazione dagli effetti del cambiamento climatico:

- 1) sistemi di allarme, 2) valutazione, monitoraggio e ricerca, 3) sviluppo di politiche specifiche, 4) sistemi di informazione integrati, e 5) programmazione dei servizi sanitari.

1. Sistemi di allarme precoce. L'esempio del sistema di allarme sulle ondate di calore messo in opera in 31 città italiane è esemplare. L'efficacia di questi interventi va valutata nel tempo. Un'informazione diretta a gruppi specifici di operatori sanitari come medici, amministratori di ospedali e case di cura, assistenti sociali nonché specifica per le popolazioni più a rischio, è inserita, seppure ancora parzialmente nei programmi di allarme già avviati. Attività di questo genere potrebbero essere estese a programmi di allarme precoce per altri eventi estremi, come ad esempio le inondazioni, incendi e tempeste di vento, l'aumento delle concentrazioni di pollini.

2. Valutazione, monitoraggio e ricerca. Monitorare lo stato di salute attraverso indicatori adeguati può facilitare l'identificazione precoce dei problemi e l'implementazione di efficaci politiche di prevenzione o riduzione del danno. Al momento in Italia vengono monitorati gli impatti delle ondate di calore sulla salute umana. In questo ambito è necessario utilizzare i dati di monitoraggio della qualità dell'aria in modo integrato a quelli relativi alla temperatura e ad altre variabili meteorologiche per meglio contenere gli effetti sulla salute che vengono accentuati da livelli elevati di inquinamento atmosferico. Vanno monitorate alcune malattie trasmesse da acqua e cibo (es. la salmonella) e valutati sistematicamente gli spostamenti e/o la reintroduzione di malattie portate da vettori.

3. Sviluppo di politiche specifiche. Iniziative atte a proteggere la salute dovrebbero essere parte delle attività di adattamento che l'Italia svolgerà per far fronte ad alcune problematiche quali: la laguna di Venezia e la costa nordest, la riviera del Po, la desertificazione, le aree costali marine, i ghiacciai e le montagne, le frane e delle inondazioni. Inoltre misure urbanistiche e di gestione del territorio possono contribuire a ridurre il riscaldamento nelle città (heat island effect).

4. Iniziative di informazione. Una informazione sistematica dovrebbe essere fornita con particolare riferimento a (a) argomentazioni sulle conseguenze degli scenari climatici sulla salute (b) la creazione di una banca dati che raccolga i risultati della ricerca europea sugli effetti sulla salute per l'Italia (c) la comunicazione agli operatori sanitari dei rischi per la salute del cambiamento climatico.

5. Programmazione dei servizi sanitari. In particolare in primavera ed in estate, ma anche il altre stagioni, è auspicabile una programmazione delle attività dei servizi sanitari in grado di rispondere in modo più efficace ed efficiente ai rischi per la salute associati alle ondate di

calore, alle malattie trasmesse dall'acqua e durante la balneazione, alle intossicazioni alimentari e alle malattie trasmesse da vettori. In alcuni casi e per patologie particolari da tempo assenti dal territorio italiano o molto rare, è opportuno un aggiornamento del personale sanitario mirato ai rischi emergenti.

5.6 Ambienti marino-costieri:

Un altro ambito, in cui più evidente è la critica di impatto per il nostro paese è costituito dagli ambienti marino-costieri. L'Italia infatti con i suoi oltre ottomila chilometri di costa è di fatto immersa nel mar mediterraneo e quindi ogni modificazione di questi ambienti si traduce in alterazioni di significative porzioni del territorio nazionale complessivo.

Fenomeni dell'erosione costiera e delle inondazioni generate dalle variazioni del livello medio del mare e delle mareggiate estreme hanno già oggi un impatto enorme in relazione alla perdita di biodiversità, di patrimonio paesaggistico e ambientale e di aree per lo sviluppo di attività e forte impatto economico. Gli scenari che fanno seguito ai cambiamenti climatici in atto evidenziano incrementi dell'azione delle forzanti che generano tali fenomeni e che indurranno un'intensificazione della perdita o della degradazione delle aree di spiaggia bassa e sabbiosa (quasi il 40% 1500 km su 4000 km, è destinato ad essere eroso) e di conseguenza degli ambienti costieri, con impatti di diversa natura, tra le quali spicca certamente quella relativa al turismo.

Emerge quindi la necessità di intervenire con strumenti che vadano ad aumentare la conoscenza delle dinamiche del clima meteo-marino e dei relativi scenari non che la necessità di sviluppare la ricerca di base e la disponibilità di informazioni settoriali.

Inoltre va ricordata l'esigenza di una gestione delle coste che necessita di informazioni adeguate sull'intensità delle mareggiate, sull'altezza delle onde, sul livello del mare (sia quello medio, che le temporanee variazioni durante eventi meteorologici avversi). Tali variabili, in genere, non possono essere ricostruiti/simulati se non mediante una ricostruzione generale degli eventi meteorologici e dei loro eventuali cambiamenti di regime. La ricostruzione/simulazione del clima costiero non può essere pertanto disgiunta da quella di processi meteorologici, cicloni e venti. In tale contesto la ricerca si trova ad affrontare due problemi complementari, entrambi cruciali per la gestione delle coste: 1) la ricostruzione del clima presente, incluse tendenze e variabilità a varie scale temporali; 2) l'identificazione di cambiamenti climatici conseguenti al futuro aumento degli effetti antropici. Per entrambi i problemi, pur essendo disponibili risultati di rilievo e informazioni utili, lo stato delle conoscenze richiede sostanziali progressi per aumentare l'affidabilità e la quantità di informazioni disponibili.

La ricostruzione del clima passato non ha a disposizione serie temporali sufficientemente lunghe e ben distribuite geograficamente per caratterizzarne la variabilità e le tendenze. Questo risulta particolarmente vero per le onde marine, le cui misure sono fornite da boe ondometriche e rilievi satellitari. Le boe ondometriche forniscono serie temporali che sono generalmente disponibili al più dalla seconda metà degli anni '80 e in numero limitato di posizioni isolate. I dati satellitari sono disponibili solo a partire dalla prima metà degli anni '90. La conoscenza di quanto avvenuto in precedenza è basata su simulazioni con modelli che risentono dell'imprecisione presente nei campi di vento. L'indicazione attualmente disponibile mostra che durante la seconda metà del 20° secolo una diminuzione dell'intensità media delle mareggiate nei mesi invernali e anche una riduzione degli eventi estremi, sia pure limitata a una fascia centrale del Mediterraneo che interessa l'Italia meridionale. È necessario un sforzo nella modellistica per migliorare la qualità della ricostruzione delle passate mareggiate e della loro climatologia e migliorare l'informazione attualmente disponibile.

Gli impatti e la vulnerabilità dei territori costieri rispetto agli scenari di cambiamento climatico: lo stato delle conoscenze e le azioni da intraprendere. L'erosione e l'allagamento delle aree costiere sono fenomeni già presenti con una rilevanza notevole nel nostro territorio. Dagli anni '70 ad oggi si è evidenziata una generale tendenza all'arretramento delle coste sabbiose italiane. Questa tendenza è in aumento anche senza considerare gli effetti dei cambiamenti climatici a causa:

- della riduzione di apporto solido fluviale alle spiagge dovuto alle opere di stabilizzazione dei versanti, di regimazione fluviale e alle opere di sbarramento o prelevato in alveo
- di effetti di mareggiata concomitanti con eventi alluvionali che comportano fenomeni parossistici di erosione nelle zone di foce in cui l'ondata di piena giunge al mare provocando una continua perdita di territorio litorale
- dell'aumento relativo del livello del mare a causa degli effetti concomitanti di abbassamento del suolo per subsidenza naturale ed antropica e gli altri movimenti geologici.

A questa tendenza si sommeranno, secondo gli scenari IPCC, gli effetti indotti dai cambiamenti climatici che implicano per l'area costiera oltre alla risalita del livello marino:

- variazioni di direzione e magnitudo nelle correnti litoranee
- frequenza e intensità degli eventi meteo marini
- variazioni nell'altezza delle onde
- variazioni nella direzione media delle onde

Come effetto di questi scenari le risorse e le attività già oggi impattate dall'erosione e dai fenomeni di alluvione verranno certamente danneggiate in modo ancora più consistente o definitivamente

perdute. Tutte queste considerazioni sono però solo qualitative e non supportate da quei parametri quantitativi indispensabili per le necessarie valutazioni costo benefici che supportano le politiche territoriali di settore.

È però già possibile affermare che:

- gli scenari di variazione di vulnerabilità delle aree costiere all'erosione e allagamento per l'Italia propongono un quadro in cui i processi dominanti saranno molto probabilmente gli stessi di oggi;
- si può prevedere un incremento degli impatti nella nostra area costiera soprattutto per effetto degli eventi meteo climatici marini (mareggiate) che si presenteranno con delle frequenze irregolari e con maggiore intensità.
- Le correnti litoranee e il regime ondometrico saranno meno intensi e il trasporto solido litoraneo sarà ulteriormente ridotto;
- l'effetto del sollevamento del mare nel Mediterraneo viene previsto attorno a valori di circa 35 cm negli scenari IPCC.
- Gli studi specifici nel contesto italiano-mediterraneo indicano che il nostro mare non è attualmente in sollevamento e questo principalmente per effetto combinato dell'aumento di salinità che controbilancia l'effetto di dilatazione termica.

Questi scenari climatici dominati dagli eventi di mareggiata individuano scenari di impatto in cui le zone di maggiore suscettibilità saranno le spiagge sabbiose meno ampie e con apparati dunari retrostanti assenti o fortemente degradati. Il sollevamento del mare non sembra quindi essere attualmente, nell'area mediterranea, il parametro principale di un aumento- a tempi brevi- della vulnerabilità delle aree costiere ai cambiamenti climatici, tranne che in settori in cui la subsidenza antropica e naturale amplifica il fenomeno nella sua manifestazione attuale e futura. Il sollevamento del livello del mare, infatti, non produce solo una variazione del rapporto tra terra e mare ma, ad esempio, per ogni centinaio di mm di sollevamento del mare nelle aree costiere si verifica un innalzamento del cuneo salino nell'ordine di 40 volte. Questo fenomeno dovrà quindi essere contestualizzato geograficamente differenziandone la rilevanza al fine dell'elaborazione degli scenari di impatto nel contesto italiano. Considerato quanto sopra, risulta ancora più critica la carenza di risultati a scala nazionale, in termini di scenari degli impatti attesi a scala cinquantennale-centennale, utili a supportare con sufficiente dettaglio spaziale la valutazione degli impatti del fenomeno dell'erosione e degli allagamenti delle aree costiere, anche in relazione a intervalli temporali ben più brevi di quelli con cui ci si deve confrontare tenendo conto del contributo dei Cambiamenti Climatici. Nessuna esperienza, infatti, ad oggi ottempera ad entrambe le seguenti condizioni:

- copertura nazionale omogenea della valutazione;

- capacità di valutare quantitativamente e con sufficiente grado di attendibilità le implicazioni del fenomeno di erosione/allagamento in relazione agli scenari di cambiamento climatico proposti dall'IPCC.

Gli studi esistenti costituiscono, infatti, esempi di analisi di rilevanza scientifica, ma:

- pur con interessanti spunti metodologici hanno il limite dell'incompleta copertura del territorio costiero. Propongono valutazioni di rischio attuale e non su scenario e inoltre le valutazioni sono qualitativamente e basate sul concetto di presenza di possibili beni, senza una analisi socio-economica vera e propria.
- Risultano qualitative, in quanto la valutazione di condizioni di vulnerabilità all'allargamento è limitata dalla qualità dei dati altimetrici disponibili in Italia al momento dell'elaborazione. I risultati in termini di km² "allagabili" non sono quindi tanto da considerare quantitativi sic est, quanto indicativi di aree critiche in cui il fenomeno potrebbe avere effetti significativi.

Le opzioni di mitigazione e di adattamento: problematiche e proposte:

- le opzioni di adattamento o di riduzione della vulnerabilità per le aree costiere italiane partono dal presupposto che non è economicamente sostenibile immaginare interventi di difesa indiscriminati su tutti gli oltre 4.000 km di coste basse sabbiose italiane, tutte interessate in teoria dagli effetti dei cambiamenti climatici. Anche solo intervenire sugli attuali circa 1.500km di coste già in erosione, richiederebbe investimenti iniziali enormi e ripetuti nel tempo, non che l'impiego di quantitativi di sedimenti per ripascimento dell'ordine di 150-200 milioni di metri cubi iniziali, senza contare i quantitativi necessari alla conservazione degli interventi. Tali quantitativi, del resto, con le necessarie caratteristiche fisiche e di qualità, sarebbero anche difficilmente reperibili in tutte le zone interessate dai fenomeni, stante anche l'attuale normativa di settore.

Per concludere: le esigenze di adeguamento della conoscenza del modo di pensare e pianificare gli ambienti costieri al fine di tenere conto degli effetti dei cambiamenti climatici, implicano profondi mutamenti di approccio negli ambiti della ricerca, della pianificazione, della comunicazione e della percezione stessa del rapporto tra uomo e ambiente costiero. Questo principio, appare ancora più pertinente, perché questi territori uniscono ad una altissima dinamicità evolutiva e fragilità, un enorme aspettativa di fruizione. È evidente che nessuna azione di adattamento strategica ai cambiamenti climatici potrà realizzarsi senza che avvengano questi mutamenti di approccio. L'adattamento ai cambiamenti climatici non si basa solo sull'impiego di tecnologie di difesa degli attuali equilibri di utilizzo del territorio. Oggi il 40% della popolazione mondiale vive entro un raggio di 60 km dalle coste e è stato messo in evidenza che il 65% della popolazione europea va in vacanza al mare. L'adattamento ai cambiamenti climatici implica di inserire nelle ipotesi di

sviluppo e pianificazione il concetto di dinamicità, anche immaginando valori sociali e culturali e aspettative diverse da quelle attuali. Bisogna, quindi, prevedere forme di sostegno e di indirizzo affinché questo mutamento avvenga e rinsaldare al più presto gli ambiti della conoscenza con gli ambiti della decisione.

5.7 La valutazione economica dei cambiamenti climatici:

Il cambiamento climatico è già una realtà e le sue conseguenze non potranno che accentuarsi in futuro. Il quarto rapporto dell'IPCC a conferma di molte conclusioni del TAR (2001 IPCC) sottolinea come il cambiamento climatico non significherà solo un aumento di temperatura, ma una modifica dell'intero sistema climatico compresi precipitazioni, venti e la frequenza e l'intensità degli eventi estremi, con modalità diverse nelle differenti regioni del mondo. L'area Mediterranea è una delle più sensibili ai possibili cambiamenti climatici futuri. Secondo le simulazioni più recenti, infatti, la zona del Mediterraneo vedrà un riscaldamento maggiore della media globale, un sensibile aumento delle ondate di calore, e una marcata diminuzione delle precipitazioni. Il rapporto dell'IPCC sottolinea inoltre che, anche se le emissioni di gas serra fossero stabilizzate oggi, si osserverebbe comunque nei prossimi decenni un aumento della temperatura media globale, con una serie di effetti a essa associati. La mitigazione non può dunque essere l'unica risposta al cambiamento climatico: anche a livello europeo è stata recentemente riconosciuta la necessità di affrontare il tema dell'adattamento al cambiamento climatico. Per definire delle appropriate strategie di adattamento è necessario disporre di una quantificazione dei loro costi e dei loro benefici. I costi sono dati dal valore monetario delle opere o delle iniziative o delle politiche che producono l'adattamento al cambiamento climatico. I benefici sono definiti dall'ammontare del danno da cambiamento climatico che si è potuto evitare grazie all'adattamento. Per valutare i benefici di una strategia di adattamento è quindi necessario conoscere il valore del danno totale prodotto dal cambiamento climatico (detto anche costo d'inazione) e quanto di questo danno è evitabile grazie alla strategia di adattamento.

Per conoscere il valore del danno totale prodotto dal cambiamento climatico è necessario conoscere l'impatto fisico del cambiamento climatico e assegnare quindi un valore economico a tale impatto. Questa operazione risulta sovente difficile per due motivi: non esistono spesso proiezioni degli impatti fisici dei cambiamenti climatici, soprattutto su scala nazionale o regionale, non esiste un valore monetario per tutti i danni fisici prodotti dal cambiamento climatico. Al primo problema dovrebbero ovviare gli scienziati, costruendo modelli che permettano il downscaling degli scenari globali degli impatti dei cambiamenti climatici. Ad oggi questo è fatto in modo molto limitato e

soggetto a grandi incertezze. Esistono studi sulle conseguenze osservate di variazioni della temperatura, per esempio sulla produzione agricola e sulla salute umana, o di incrementi osservati del livello del mare sull'erosione costiera, ma non si sono ancora sufficienti e affidabili proiezioni del valore futuro di questi impatti fisici a seguito di variazioni climatiche future. Al secondo problema dovrebbero ovviare gli economisti, mettendo a punto delle tecniche di valutazione che permettano di assegnare un valore monetario anche a quelle grandezze, ad esempio la biodiversità o il patrimonio storico/artistico o paesaggistico, che non hanno un valore di mercato. Su questo piano sono stati fatti alcuni progressi importanti attraverso lo sviluppo di nuove tecniche di valutazione. Come detto, l'obiettivo principale è quello di fornire indicazioni su come degli specifici scenari futuri, corrispondenti a specifiche combinazioni di opzioni possono essere quantificati in termini monetari. Ridurre gli impatti ad una dimensione unica – quella monetaria – può essere utile perché semplifica l'identificazione della risposta "ottimale" ai cambiamenti climatici rendendo possibile un'analisi costi-benefici delle diverse strategie di adattamento. La scelta tra un approccio di equilibrio parziale e generale è strettamente determinata dai dati disponibili, dalla dimensione e dallo scopo dell'analisi. Ad esempio un'analisi circoscritta ad una realtà locale ristretta o a un fenomeno limitato deve/può essere ragionevolmente trattata con strumenti di equilibrio parziale, mentre l'analisi di un fenomeno importante come il turismo richiede un approccio di equilibrio generale per le sue ripercussioni su tutti i settori economici nazionali. Tuttavia non si deve necessariamente considerare analisi parziale e generale come contrapposte. Se da un lato a volte non è possibile o addirittura opportuno estendere un'analisi dal parziale al generale, dall'altro ogni analisi di equilibrio economico generale vede il suo primo passo necessario nella quantificazione degli effetti settoriali.

Gli impatti dei cambiamenti climatici in Italia: le tendenze climatiche in atto avranno una serie di conseguenze per l'Italia, sia positive che negative. L'identificazione degli impatti attesi è dunque il primo passo per arrivare a una quantificazione monetaria dei danni così come per l'identificazione di strategie di adattamento che possono essere efficienti ed efficaci. Principali effetti per le aree di riferimento: zone alpine, sistema idrogeologico, zone costiere e ambiente marino, e aree a rischio desertificazione. Va però evidenziato come la quantificazione fisica degli impatti futuri – e di conseguenza una sua stima monetaria - sia limitata dalle poche informazioni oggi disponibili, soprattutto in termini di proiezioni locali del clima futuro. Come ampiamente discusso precedentemente e già sottolineato nell'introduzione a questa sintesi, mancano dei modelli climatici accurati su scala nazionale o regionale: il downscaling dei risultati dei modelli globali di circolazione (GCM) ai modelli regionali di circolazione (RCM) non è un procedimento immediato ed è soggetto a molte incertezze.

5.8 Adattarsi ai cambiamenti climatici: strategie.

Costi e benefici: il complesso funzionamento del sistema climatico e la natura dell'inquinamento atmosferico causa dei cambiamenti climatici di origine antropica fanno sì che il rischio e i danni derivanti dai cambiamenti climatici stessi non possono essere eliminati del tutto. Le strategie di adattamento ai cambiamenti climatici si rendono quindi necessarie come strategie complementari alla mitigazione. L'adattamento ha chiaramente un costo, che deve essere confrontato con i benefici come il danno evitato o i benefici accumulati in seguito all'adozione e all'applicazione delle misure di adattamento. Se, al netto dei costi di adattamento, le conseguenze negative indotte dallo stimolo climatico sono ridotte, o se aumentano le conseguenze positive, l'adattamento comporta un beneficio. In caso contrario si ottiene un possibile mal-adattamento.

5.9 Criticità per la definizione di un piano di adattamento in Italia:

Tutti gli elementi resi disponibili nelle fasi di preparazione delle Conferenza di settembre italiana e dell'IPCC, sia come esito dei lavori che si sono svolti nell'ambito del programma della manifestazione, sia attraverso la consultazione dell'abbondante bibliografia prodotta finora sull'argomento, convergono sull'esigenza, ormai indifferibile e urgente, di definire una strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici. Infatti, da tali elementi emerge che, in tutto il globo, gli effetti dei cambiamenti climatici sono già notevoli e quantificabili e incideranno pesantemente sull'ambiente naturale e su quasi tutte le fasce sociali e i settori economici.

L'Italia in particolare, risulta tra i paesi più vulnerabili dell'unione europea. Infatti le principali forme di impatto si manifesteranno:

- nell'Europa meridionale e in tutto il bacino del Mediterraneo, dove si sommano il forte aumento delle temperature e una riduzione delle precipitazioni in zone che già soffrono di carenza idrica;
- nelle zone di montagna, soprattutto le Alpi, dove le temperature aumentano rapidamente causando lo scioglimento diffuso delle nevi e dei ghiacci, che a sua volta modificano la portata dei fiumi;
- nelle zone costiere, a causa dell'innalzamento del livello del mare abbinato ai maggiori rischi di precipitazioni violente;

- nelle pianure alluvionali ad alta densità di popolazione, perché aumenta il rischio di precipitazioni forti e violente e di alluvioni improvvise, che causano vasti danni alle zone edificate e alle infrastrutture;

A fronte di tali impatti, vari settori di attività pubblici e privati, ma anche i singoli cittadini si troveranno ad affrontare le conseguenze, in alcuni casi anche di entità molto importante, e potranno svolgere un ruolo fondamentale per quanto riguarda le misure di adattamento. Gli interventi di adattamento potranno aprire anche nuove opportunità economiche, tra cui nuovi posti di lavoro e nuovi mercati per prodotti e servizi innovativi. L'adattamento è però un'operazione complessa, perché la gravità degli impatti non sarà la stessa in ogni regione e dipenderà dalla vulnerabilità fisica delle varie zone, dal grado di sviluppo socioeconomico, dalla capacità di adattamento dell'ambiente naturale e delle persone, dai servizi sanitari e dai meccanismi di sorveglianza nei confronti delle calamità. Le esperienze e le competenze a livello di formulazione di strategie efficaci di adattamento e di attuazione delle politiche sono ancora limitate e non omogeneamente distribuite. Iniziative finalizzate a favorire la massima collaborazione a tutti i livelli, ad esempio attraverso la condivisione delle informazioni sulle misure di adattamento potrebbe ridurre notevolmente i costi di studio, programmazione e di formazione delle figure professionali ai diversi livelli di governo del territorio, dalle nazioni di governo, ai comuni, coinvolgendo nella cooperazione anche la collettività. Se la necessità di intervento è ormai condivisa quasi a livello unanime, è altresì opinione largamente diffusa, che se si interviene subito vi saranno evidenti benefici economici, perché sarà possibile anticipare i danni potenziali e ridurre al minimo i rischi per gli ecosistemi, la salute umana, lo sviluppo economico, i beni e le infrastrutture.

A questo scopo, al momento di definire le priorità, è però importante disporre di conoscenze sufficienti sugli scenari di impatto. L'entità esatta dell'aumento delle temperature è un dato incerto, che dipenderà anche dagli interventi di mitigazione adottati nel mondo nei prossimi decenni. Questa considerazione è particolarmente vera in una prospettiva di lungo termine, dove le incertezze sono maggiori. In base a queste considerazioni, per una corretta ed efficace impostazione delle iniziative di adattamento è necessario innanzitutto definire un adeguato quadro conoscitivo che metta in evidenza le criticità, sia in termini di natura e dimensione degli impatti che presentano le più elevate probabilità di occorrenza nel nostro paese, sia in relazione al livello di confidenza che è possibile attribuire agli elementi di valutazione alla base della definizione degli impatti stessi.

6_Conclusioni:

Il IV rapporto dell'IPCC ha affermato come sia ormai inequivocabile che il clima terrestre stia attraversando una fase di riscaldamento globale e che molto probabilmente ciò sia imputabile all'attività umana.

Viene inoltre ribadito che se si continua ad immettere gas ad effetto serra al tasso attuale o superiore, si causerà un ulteriore riscaldamento che provocherà molti cambiamenti nel sistema climatico globale durante il XXI secolo, cambiamenti che potrebbero *molto probabilmente* essere molto maggiori rispetto a quelli osservati durante il XX secolo.

Il maggior incentivo alle azioni di mitigazione in grado di fermare i cambiamenti climatici potrà venire dall'impiego di nuove tecnologie. Se alcune di queste sono già presenti sul mercato, altre devono essere rese disponibili nei prossimi anni, cosa che sarà possibile solo a patto di prevedere efficaci politiche di promozione e incentivazione per il loro sviluppo e per la loro adozione.

Sempre dal rapporto dell'IPCC s'è appreso come i costi stimati variano a seconda degli obiettivi da raggiungere e dei paesi coinvolti, ma mediamente risulterebbero compatibili dal punto di vista economico perché, pur influenzando negativamente il PIL, produrrebbero dei co-benefici, ad esempio sulla salute umana grazie alla diminuzione dell'inquinamento ed ai minori danni che possono derivare in futuro dal cambiamento del clima. Per assurdo ciò potrebbe rendere maggiormente competitivo dal punto di vista economico la produzione di energia da fonti rinnovabili, anche grazie ai maggiori investimenti per l'introduzione di nuove tecnologie, che potrebbero garantire minori costi di produzione.

I prossimi 20-30 anni saranno decisivi per stabilizzare la presenza di CO₂ in atmosfera e permetterne la successiva diminuzione, tanto prima si raggiungerà il picco di concentrazione dei gas serra e tanto più agevole sarà il raggiungimento degli obiettivi di riduzione.

A tutto ciò va aggiunto come sia ormai evidente che il petrolio rappresenterà un elemento di sempre maggiore criticità nel futuro in termini di disponibilità d'energia, come è visibile dal continuo aumento del prezzo del greggio nel mercato internazionale.

È chiaro che non ci può essere un vantaggio significativo nella riduzione delle emissioni se non si concretizza uno sforzo concomitante in tutti i settori citati; nel rapporto si sottolinea anche il contributo che i comportamenti individuali possono garantire attraverso la modificazione dello stile di vita. Uno stile di vita a bassa emissione di gas serra prevede, differenti modelli culturali, scelte responsabili effettuate anche come consumatori.

Se da un lato si ritiene indispensabile un'attenta pianificazione dei centri urbani, la formazione di una classe dirigente politica ed economica che sappia, tenere conto degli obiettivi di riduzione

della CO₂, dall'altro si sottolinea che anche la scelta del mezzo di trasporto e lo stile di guida influenzano la contabilità totale delle tonnellate di gas serra immessi quotidianamente in atmosfera. La scusa dell'inazione è fin troppo banale e dev'essere sradicata. Si tratta dell'idea che possiamo sempre continuare a comprarci un modo per uscire dai guai.

I governi continueranno a seguire questa strada dell'inazione, quali siano gli impatti umani, finché rimarrà politicamente meno costosa della strada dell'alternativa. Il compito degli scienziati, ricercatori e in generale attivisti, che si oppongono ai cambiamenti climatici consiste nel rendere la strada dell'inazione il più dispendiosa possibile. Ciò significa abbandonare l'abitudine mentale in cui quasi tutti noi siamo precipitati: credere che qualcun altro lo farà al posto nostro.

La campagna contro i cambiamenti climatici è strana. A differenza di quasi tutte le proteste pubbliche che l'hanno preceduta, sembra essere una campagna non per l'abbondanza ma per l'austerità, una campagna che non mira a ottenere maggiore libertà ma meno libertà. Non solo contro le altre persone, ma anche contro noi stessi.

Per riuscire realmente a contrastare il riscaldamento del pianeta rimane, basilare la cooperazione di tutti gli abitanti del pianeta che, pur operando in sinergia allo scopo di evitare un disastro ecologico, non dovrebbero però dimenticare che è ugualmente necessario riequilibrare la distribuzione delle risorse poiché tutti hanno diritto ad una vita parimenti dignitosa. Non si può vivere felici nel "giardino" dove qualcuno usa l'acqua per i fiori e qualcuno non ne dispone per far crescere il grano.

7_GLOSSARIO:

Un insieme di termini che descrivono le incertezze delle attuali conoscenze è comune a tutte le parti del Quarto Rapporto di Valutazione dell'IPCC

Descrizione della confidenza (confidence)

Gli autori hanno assegnato un livello alle principali affermazioni presenti nel Somario Tecnico (TS) sulla base della loro valutazione delle conoscenze attuali, come segue:

Terminologia	Grado di confidenza sulla correttezza dell'affermazione
Confidenza molto alta (Very high confidence)	Almeno 9 possibilità su 10 che l'affermazione sia corretta
Alta confidenza (High confidence)	Circa 8 possibilità su 10
Confidenza media (Medium confidence)	Circa 5 possibilità su 10
Bassa confidenza (Low confidence)	Circa 2 possibilità su 10
Confidenza molto bassa (Very low confidence)	Meno di 1 possibilità su 10

3. Descrizione della probabilità (likelihood)

La probabilità si riferisce alla valutazione probabilistica di alcuni risultati ben definiti che sono avvenuti o avverranno in futuro, e può essere basata su un'analisi quantitativa oppure su una valutazione (elicitation) frutto dei pareri degli esperti.

Terminologia	Probabilità di occorrenza del risultato
Virtualmente certo (Virtually certain)	>99% di probabilità di occorrenza
Molto probabile (Very likely)	Da 90 a 99% di probabilità
Probabile (Likely)	Da 66 a 90% di probabilità
Più probabile che non (About as likely as not)	Da 33 a 66% di probabilità
Non probabile (Unlikely)	Da 10 a 33% di probabilità
Molto improbabile (Very unlikely)	Da 1 a 10% di probabilità
Estremamente improbabile (Exceptionally unlikely)	<1% di probabilità

4. In generale, il margine di incertezza sui risultati presentati in questa Sintesi per i Decisori politici, è del 90%, a meno che non venga dichiarato un differente valore, p.e., è stata stimata una probabilità del 5% che un valore possa essere sopra il range dato fra parentesi quadra e il 5% di probabilità che il valore sia sotto questo range. La migliore stima viene fornita ove possibile. Quantificare l'intervallo di incertezza non è sempre simmetrico rispetto alla miglior stima. Si noti

che un numero di margine di incertezza nel TAR del Gruppo di Lavoro I corrispondeva a 2-sigma (95%), spesso usando il giudizio degli esperti (*expert judgement*).

Definizioni dei termini chiave

Cambiamento Climatico (Climate change), nell'uso dell'IPPC, si riferisce ad ogni cambiamento del clima nel tempo, sia dovuto alla variabilità naturale sia come risultato dell'attività umana. Questo uso differisce da quello della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC) dove il cambiamento climatico si riferisce ad un cambiamento del clima che è direttamente o indirettamente attribuito all'attività umana che altera la composizione dell'atmosfera globale e che è addizionale alla variabilità naturale del clima osservata su un periodo di tempo confrontabile.

1. Capacità di adattamento (Adaptive capacity) è l'abilità di un sistema di aggiustarsi ai cambiamenti climatici (incluso la variabilità climatica e gli eventi estremi) per moderare i potenziali danni, sfruttare le opportunità, e far fronte alle conseguenze.

2. Vulnerabilità (Vulnerability) è il grado al quale un sistema è suscettibile a, o incapace di affrontare, gli effetti negativi dei cambiamenti climatici, includendo la variabilità climatica e gli eventi estremi. La vulnerabilità è una funzione del tipo, della grandezza, e del tasso del cambiamento climatico al quale un sistema è esposto, della sua sensibilità e della sua capacità di adattamento.

Il termine “uso del suolo, cambiamento di uso del suolo e foreste” (LULUCF - *Land Use, Land Use Change and Forestry*) viene qui usato per descrivere la somma delle emissioni di CO₂, CH₄, N₂O da deforestazione, biomassa e combustione, degrado della biomassa da allagamenti e deforestazioni, degrado di torbiere e incendi nelle torbiere. Questa somma è più ampia delle sole emissioni da deforestazione, che sono incluse come un sottoinsieme. Le emissioni qui riportate non includono l'assorbimento di carbonio (rimozioni).

(GHG, *greenhouse gas*)

Clorofluorocarburi (CFC), idroclorofluorocarburi (HCFC), metil cloroformio (CH₃CCl₃), tetracloruro di carbonio (CCl₄) e metil bromide (CH₃Br).

7.

Gli Scenari di Emissione dell'IPCC Special Report on Emission Scenarios (SRES)

A1. La famiglia di scenari A1 descrive un futuro con una crescita economica molto rapida, la popolazione globale avrà un massimo a metà secolo per poi declinare, e vedrà una rapida introduzione di nuove e più efficienti tecnologie. I temi dominanti sono le convergenze regionali, il *capacity building* e l'aumento delle interazioni culturali e sociali, con una sostanziale diminuzione delle differenze regionali di reddito pro-capite. La famiglia di scenari A1 si sviluppa in tre gruppi che descrivono direzioni alternative nei cambiamenti tecnologici del sistema energetico.

I tre gruppi si distinguono dalla loro enfasi tecnologica: fossile intensivo (**A1FI**), risorse di energia non fossile (**A1T**) o un bilancio di tutte le risorse (**A1B**) (dove bilancio è definito come la non eccessiva dipendenza da un solo tipo di risorsa energetica, presumendo che un simile tasso di miglioramento sia applicabile a tutte le scorte energetiche e alle tecnologie finali).

A2. La famiglia di scenari A2 descrive un mondo molto eterogeneo. Il tema dominante è l'auto-sufficienza e la preservazione delle identità locali. La natalità fra le regioni converge molto lentamente, e di conseguenza si ha un continuo aumento di popolazione. Lo sviluppo economico è essenzialmente orientato su base regionale e la crescita economica pro capite e i cambiamenti tecnologici sono molto frammentati e più lenti rispetto alle altre narrative.

B1. La famiglia di scenari B1 descrive un mondo convergente con la stessa popolazione globale, che, come per la trama A1, avrà un massimo a metà secolo per poi declinare, ma con un rapido cambio nella struttura economica verso un'economia di informazione e servizi, con una riduzione dell'intensità dei materiali e l'introduzione di tecnologie per le risorse efficienti e pulite. Viene data molta importanza alle soluzioni globali per l'economia, alla sostenibilità sociale ed ambientale, includendo un miglioramento dell'equità, ma senza ulteriori iniziative climatiche.

B2. La famiglia di scenari B2 descrive un mondo in cui l'enfasi è sulle soluzioni locali per la sostenibilità economica, sociale e ambientale. E' un mondo in cui la popolazione globale cresce continuamente, con un tasso minore dell'A2, dove lo sviluppo economico ha livelli intermedi e i cambiamenti tecnologici sono meno rapidi e più diversificati rispetto alle trame di B1 e A1. Si focalizza sui livelli locali e regionali, anche se lo scenario è orientato verso la protezione ambientale e l'equità sociale.

Per ognuno dei sei gruppi di scenari **A1B, A1FI, A1T, A2, B1 e B2** è stato scelto uno scenario illustrativo. Tutti dovrebbero essere considerati allo stesso livello.

8_BIBLIOGRAFIA:

Prefazione, WGI, WGII, WGIII:

AA.VV. Climate Change 2007 The Physical Science Basis:

1) Summary for Policymakers, a report of working group I Intergovernmental Panel on Climate Change: pag. 2-18

2) Technical Summary, a report accepted by working group I Intergovernmental Panel on Climate Change but not approved in detail: pag. 21-43 ; 75-79

3) Frequently Asked Question: pag. 103-110

Guido Visconti (2005) Un'introduzione al tempo che ci aspetta. Boroli Editore: pag. 9-12 , 110-130 , 163-195 , 197-207

Daniele Pernigotti Come affrontare i cambiamenti climatici (Ottobre 2007) Il Sole 24 Ore

Nexus (new times magazine – edizione italiana - anno XIII – N° 67 – Aprile – Maggio 2007) Il riscaldamento Globale l'ennesima beffa: pag. 33-37

Sunday Telegraph (5-12 novembre 2006): pag. 12

Nexus (new times magazine – edizione italiana - anno XIII – N° 65– Dicembre - Gennaio 2006/2007) L'astuta distorsione dell'IPCC sul cambiamento climatico: pag. 28-30

Le Scienze (edizione italiana di Scientific American numero 465- maggio 2007) : il nuovo clima del mediterraneo: pag. 14-15 . Oltre il protocollo di Kyoto: pag. 19.

W. Steffen, A. Sanderson, P.D. Tyson, Global change and the earth system, Springer, 2004

AA.VV.,Climate Change 2001: the scientific basis, Cambridge University Press, 2003

SIEP: Working Paper N° 301 Pavia, gennaio 2004: Al di là della scienza perché l'opinione pubblica ha bisogno di credere nel riscaldamento globale Emilio Gerelli: pag. 1-11

WWF: Italia ufficio comunicazione. IPCC WWF: FERMARE IL CAMBIAMENTO CLIMATICO? E' POSSIBILE Una Mappa delle azioni positive dal mondo nell'*Apocalisse* del riscaldamento globale. pag. 1-2

Conclusioni:

George Monbiot (2006) Calore, Longanesi: pag. 7-17 , 37-39 , 82-87 , 137-143 , 281- 286

Larry Lohmann, Marketing and Making Carbon Dumps: Commodification, Calculation and Counterfactuals in Climate Change Mitigation, in Science as Culture, vol. 14, settembre 2005, pag. 203-235.

Robert B.Jackson e altri, Trading Water for Carbon With Biological Carbon Sequestration, in Science, col. 310, 23 dicembre 2005, pag. 1944-1947

I Cambiamenti Climatici: La Situazione Italiana:

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, APAT (2007) Gli eventi preparatori della conferenza, sintesi dei lavori.: pag. 3 , 9-21 , 43-88 , 105-136 , 183-200

ARPA Rivista N. 1 gennaio-febbraio 2007È il momento di una “rivoluzione” ecologica per fermare la febbre del pianeta: pag. 1-8

Prot. n. 02878/SP Roma, 9 maggio 2007 Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare: pag. 1

9_SITOGRAFIA: (Siti visitati nei giorni dal 12/09/'07 al 6/10/'07 e attualmente attivi)

Prefazione:

<http://www.ipcc.ch/>

<http://www.ipcc.ch/about/about.htm>

<http://ipcc-wg1.ucar.edu/index.html>

http://it.wikipedia.org/wiki/Intergovernmental_Panel_on_Climate_Change

<http://www.ipcc.ca/>

<https://www.cmcc.it/web/public/IPCC-Italia:>

Struttura organizzativa:

fig.1: <http://www.ipcc.ch/about/chart.htm>

https://www.cmcc.it/c/document_library/get_file?folderId=63&name=DLFE-58.pdf

<http://clima.casaccia.enea.it/ipcc/focalpoint/>

<http://www.blogquotidiani.net/farruggia/?p=19>

IPCC WG1

<http://www.greenpeace.org/italy/ufficiostampa/comunicati/ipcc-carbone>

www.thunderstorms.it/.../downloads/Convegno/SergioCastellari-IRisultatiEmersiDagliUltimiRapportiIPCC.pdf

www.conferenzacambiamenticlimatici2007.it/site/_files/bacinopo/Presentazione%20Gualdi%2013-07.pdf

www.3csc.net/3csc/home.php?pagina=template_1&file_=istituzioni-italia.htm

www.ugis.it/res/eneaclima-mar07.rtf

<http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.html>

http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_FrontMatter.pdf

http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_SPM.pdf

http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_TS.pdf

http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_FAQs.pdf

http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_Ch01.pdf
http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_Ch02.pdf
http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_Ch03.pdf
http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_Ch04.pdf
http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_Ch05.pdf
http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_Ch06.pdf
http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_Ch07.pdf
http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_Ch08.pdf
http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_Ch09.pdf
http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_Ch10.pdf
http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_Ch11.pdf
http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_Annexes.pdf
http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_Index.pdf
http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4_UncertaintyGuidanceNote.pdf
http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Errata_2007-09-05.pdf

IPCC WG2

Introduzione:

<http://www.ipcc.ch/SPM13apr07.pdf>

Figura 4: http://www.ipcc.ch/figure_1_for_SPM.pdf

<http://www.ipcc-wg2.org/index.html>:

Introduction to the Report
Summary for Policymakers
Technical Summary

Chapter 1: Assessment of Observed Changes and Responses in Natural and Managed Systems
[Supplementary Material]
Chapter 2: New Assessment Methods and the Characterisation of Future Conditions
Chapter 3: Fresh Water Resources and their Management
Chapter 4: Ecosystems, their Properties, Goods and Services
Chapter 5: Food, Fibre, and Forest Products
Chapter 6: Coastal Systems and Low-Lying Areas
Chapter 7: Industry, Settlement and Society
Chapter 8: Human Health
Chapter 9: Africa
Chapter 10: Asia
Chapter 11: Australia and New Zealand
Chapter 12: Europe
Chapter 13: Latin America
Chapter 14: North America
Chapter 15: Polar Regions (Arctic and Antarctic)
Chapter 16: Small Islands
Chapter 17: Assessment of Adaptation Practices, Options, Constraints and Capacity
Chapter 18: Inter-Relationships Between Adaptation and Mitigation [Supplementary Material]
Chapter 19: Assessing Key Vulnerabilities and the Risk from Climate Change
Chapter 20: Perspectives on Climate Change and Sustainability
Cross-Chapter Case Studies
Appendices I-V: Glossary, Contributors, Reviewers, Acronyms, Permissions
Index

IPCC WG3

Prefazione:

<http://www.mnp.nl/ipcc/>

Introduzione:

[www.qualenergia.it/UserFiles/Files/Comunicato%20IPCC-AR4-WGIII%20\(Bangkok\)%204%205%2007.pdf](http://www.qualenergia.it/UserFiles/Files/Comunicato%20IPCC-AR4-WGIII%20(Bangkok)%204%205%2007.pdf)

www.dsa.unipr.it/site/documenti/pianeta_3000_web.pdf

www.mondoelettrico.blogspot.com/2007_04_01_archive.html

www.greenpeace.org/italy/news/ipcc-italia-carbone

www.agrometeorologia.it/notizie.shtml

www.marcellosaponaro.it/home/altre_notizie/lombardia_clima

www.legambiente.eu/documenti/2005/0216_dossier_Clima_Impazzito/dossier_clima_impazzito.php

http://www.mnp.nl/ipcc/pages_media/ar4.html

http://www.mnp.nl/ipcc/pages_media/AR4-chapters.html

http://www.mnp.nl/ipcc/pages_media/FAR4docs/final%20pdfs%20of%20chapters%20WGIII/IPCC%20WGIII_FrontMatter.pdf

http://www.mnp.nl/ipcc/pages_media/FAR4docs/final%20pdfs%20of%20chapters%20WGIII/IPCC%20WGIII_SPM_final.pdf

http://www.mnp.nl/ipcc/pages_media/FAR4docs/final%20pdfs%20of%20chapters%20WGIII/IPCC%20WGIII_TS%20final.pdf

http://www.mnp.nl/ipcc/pages_media/FAR4docs/final%20pdfs%20of%20chapters%20WGIII/IPCC%20WGIII_chapter1_final.pdf

Figura 5: [http://www.mnp.nl/ipcc/pages_media/FAR4docs/images/SPM1\(11mei\).jpg](http://www.mnp.nl/ipcc/pages_media/FAR4docs/images/SPM1(11mei).jpg)

http://www.mnp.nl/ipcc/pages_media/FAR4docs/images/SPM2.jpg

http://www.mnp.nl/ipcc/pages_media/FAR4docs/final%20pdfs%20of%20chapters%20WGIII/IPCC%20WGIII_chapter%202_final.pdf

http://www.mnp.nl/ipcc/pages_media/FAR4docs/final%20pdfs%20of%20chapters%20WGIII/IPCC%20WGIII_chapter%203_final.pdf

http://www.mnp.nl/ipcc/pages_media/FAR4docs/final%20pdfs%20of%20chapters%20WGIII/IPCC%20WGIII_chapter%204_final.pdf

http://www.mnp.nl/ipcc/pages_media/FAR4docs/final%20pdfs%20of%20chapters%20WGIII/IPCC%20WGIII_chapter%205_final.pdf

http://www.mnp.nl/ipcc/pages_media/FAR4docs/final%20pdfs%20of%20chapters%20WGIII/IPCC%20WGIII_chapter%206_final.pdf

http://www.mnp.nl/ipcc/pages_media/FAR4docs/final%20pdfs%20of%20chapters%20WGIII/IPCC%20WGIII_chapter%207_final.pdf

http://www.mnp.nl/ipcc/pages_media/FAR4docs/final%20pdfs%20of%20chapters%20WGIII/IPCC%20WGIII_chapter%208_final.pdf

http://www.mnp.nl/ipcc/pages_media/FAR4docs/final%20pdfs%20of%20chapters%20WGIII/IPCC%20WGIII_chapter%209_final.pdf

http://www.mnp.nl/ipcc/pages_media/FAR4docs/final%20pdfs%20of%20chapters%20WGIII/IPCC%20WGIII_chapter%2010_final.pdf

http://www.mnp.nl/ipcc/pages_media/FAR4docs/final%20pdfs%20of%20chapters%20WGIII/IPCC%20WGIII_chapter%2011_final.pdf

http://www.mnp.nl/ipcc/pages_media/FAR4docs/final%20pdfs%20of%20chapters%20WGIII/IPCC%20WGIII_chapter%2011_final.pdf

http://www.mnp.nl/ipcc/pages_media/FAR4docs/final%20pdfs%20of%20chapters%20WGIII/IPCC%20WGIII_chapter13_final.pdf

Conclusioni:

www.repubblica.it/2007/01/sezioni/ambiente/rapporto-onu/reazioni-a-rapporto/reazioni-a-rapporto.html

www.onuitalia.it/events/climate_panel.php

www.apat.gov.it/site/_contentfiles/00144900/144971_ideambiente_06_2007.pdf

www.wikio.it/scienza/scienze_della_terra/climatologia/riscaldamento_globale/ipcc

http://www.esso.com/Italy-Italian/PA/IT_HomePage.asp

http://www.esso.com/Italy-Italian/LCW/P_S.asp

http://www.exoonmobil.com/home.php?l=it&r=1&n=1&token=32_k8LtfQEkkEwja-L3s-f6OAhUDplgKHQ0fJZkYASAAOA0&q=Exxon+Mobil

10_VIDEOGRAFIA: (Video visti nei giorni dal 12/09/'07 al 6/10/'07 e attualmente attivi)

Prefazione, WGI, WGII, WGIII:

<http://www.ipcc.ch/> : Webcast of the press conference Brussels, 6 April 2007 full video

<http://it.youtube.com/watch?v=JWCh24RIcP4>

<http://it.youtube.com/watch?v=G2-vzMUY3R4&mode=related&search=>

<http://it.youtube.com/watch?v=I8p-4s6GfkY&mode=related&search=climate%20change%20global%20warming%20ipcc%20webcast%20vulnerability%20adaptation%20impacts%20working%20group%20two>

<http://it.youtube.com/watch?v=qFO-zYN6Q7c&mode=related&search=climate%20change%20global%20warming%20ipcc%20webcast%20vulnerability%20adaptation%20impacts%20working%20group%20two>

IPCC WG2 Report: Impacts, Adaptation & Vulnerability:

http://it.youtube.com/watch?v=5L0_mFWB418&mode=related&search=climate%20change%20global%20warming%20ipcc%20webcast%20vulnerability%20adaptation%20impacts%20working%20group%20two

Release of IPCC Working Group 3 Report:

<http://it.youtube.com/watch?v=Qf6HHWnKkvo&mode=related&search=climate%20change%20global%20warming%20ipcc%20webcast%20vulnerability%20adaptation%20impacts%20working%20group%20two>

<http://it.youtube.com/watch?v=rAj1RFZL6lQ&mode=related&search=climate%20change%20global%20warming%20ipcc%20webcast%20vulnerability%20adaptation%20impacts%20working%20group%20two>

Non avrei mai potuto scrivere
questa tesi senza l'indispensabile aiuto della
mia famiglia che mi ha sempre sostenuto.
Un grazie a Silvia, e a tutti gli amici
e al Dott. Pernigotti
per l'aiuto e l'affetto che m'hanno dimostrato.

SOMMARIO:

1_Prefazione:	pag.1
1.1 Struttura organizzativa:	pag.1
1.2 Attività principali:	pag.3
1.3 Rapporti di Valutazione:	pag.4
1.4 Rapporti Speciali:	pag.4
1.5 Articoli tecnici:	pag.4
1.6 Rapporti sulle Metodologie:	pag.4
1.7 Materiale di supporto:	pag.5
2_Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Climate Change 2007 I Principi Fisici di Base:	pag.6
2.1 Introduzione:	pag.6
2.2 Osservazione diretta dei cambiamenti climatici recenti:	pag.11
2.3 Comprendere e “attribuire” i cambiamenti climatici:	pag.13
2.4 Per quel che concerne l’evoluzione futura:	pag.15
3_Working Group II Contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Climate Change 2007 Gli Impatti dei Cambiamenti Climatici, l’Adattamento e la Vulnerabilità:	pag.17
3.1 Prefazione:	pag.17
3.2 Introduzione:	pag.18
3.3 alimentazione,fibre e prodotti forestali:	pag.23
3.4 I sistemi costieri e le aree di basso livello:	pag.23
3.5 L’industria, gli insediamenti e la società:	pag.24
3.6 La situazione Europea:	pag.25
4_Working Group III Contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Climate Change 2007 Mitigazione dei Cambiamenti Climatici:	pag.32
4.1 Prefazione:	pag.32
4.2 Introduzione:	pag.32
4.3 Trend delle emissioni dei gas ad effetto serra:	pag.33
4.4 Mitigazione nel breve e medio termine (fino al 2030), nei diversi settori economici:	pag.36
4.4.1 Studi bottom-up:	pag.38
4.4.2 Studi top-down:	pag.39
4.5 Mitigazione nel lungo termine (dopo il 2030):	pag.43
4.6 Politiche, misure e strumenti per la mitigazione dei cambiamenti climatici:	pag.44
4.6.1 Politiche climatiche integrate in politiche di sviluppo più ampie:	pag.45
4.6.2 Regolamentazioni e standard:	pag.45
4.6.3 Tasse e tariffe:	pag.45

4.6.4 I permessi negoziabili:.....	pag.45
4.6.5 Gli incentivi finanziari (sussidi e crediti d'imposta):.....	pag.45
4.6.6 Gli accordi volontari:.....	pag.45
4.6.7 Gli strumenti di informazione:.....	pag.45
4.7 Sviluppo sostenibile e mitigazione dei cambiamenti climatici:.....	pag.47
4.8 Lacune nella conoscenza:.....	pag.48
5_I CAMBIAMENTI CLIMATICI: LA SITUAZIONE ITALIANA:.....	pag.49
5.1 Prefazione:	pag.49
5.2 Introduzione:	pag.49
5.3 Aridità – Salute umana – Innalzamento del livello del mare:.....	pag.50
5.4 Mitigazione e adattamento:.....	pag.51
5.5 Le azioni di sanità pubblica:.....	pag.52
5.6 Ambienti marino-costieri:.....	pag.54
5.7 La valutazione economica dei cambiamenti climatici:.....	pag.58
5.8 Adattarsi ai cambiamenti climatici: strategie:.....	pag.60
5.9 Criticità per la definizione di un piano di adattamento in Italia:.....	pag.60
6_Conclusioni:.....	pag.62
7_Glossario:.....	pag.64
8_Bibliografia:.....	pag.67
9_Sitografia:.....	pag.69
10_Videografia:.....	pag.74