

INTRODUZIONE

Il contributo del Gruppo di Lavoro I alla Quarta Relazione di Valutazione dell'IPCC descrive i progressi nella conoscenza dei fattori umani e naturali del cambiamento climatico (nota 1 - il cambiamento climatico, nell'accezione dell'IPCC, si riferisce ad ogni cambiamento del clima di tipo straordinario, sia dovuto a variazioni naturali o come risultato delle attività umane. Questo uso terminologico è diverso da quello della Convenzione di Base delle Nazioni Unite sul Cambiamento Climatico, dove quest'ultimo si riferisce ad un cambiamento del clima che è direttamente o indirettamente attribuito all'attività umana, che altera la composizione dell'atmosfera del globo e che si aggiunge alla naturale variabilità del clima osservata in periodi straordinari confrontabili), nell'osservazione del cambiamento climatico, nelle elaborazioni ed attribuzioni sul clima, e stima il cambiamento del clima con proiezione al futuro.

La relazione si fonda sulle precedenti valutazioni dell'IPCC e contiene nuove conclusioni derivanti dagli ultimi sei anni di ricerche.

Il progresso scientifico, dalla Terza Relazione di Valutazione (TRV), è dovuto alla gran quantità di nuovi e più estesi dati, alla loro analisi più sofisticata, al miglioramento nella conoscenza dei processi e della loro simulazione in modelli, e alla più ampia esplorazione dei parametri di incertezza.

I fondamenti dei paragrafi evidenziati di questo riassunto per i politici possono essere trovati nelle sezioni dei capitoli indicati tra parentesi a grappa (*nell'originale, tonde in questa traduzione - n.d.r.*).

FATTORI UMANI E NATURALI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO

I cambiamenti quantitativi nell'atmosfera dei gas serra e degli aerosol, nella radiazione solare e nelle proprietà della superficie terrestre, alterano l'equilibrio energetico del sistema climatico.

Questi cambiamenti sono espressi in termini di irraggiamento forzato (nota 2 - irraggiamento forzato è una misurazione dell'influenza che un fattore ha nell'alterare l'equilibrio della energia in entrata e in uscita nel sistema atmosferico terrestre, ed è un indice dell'importanza del fattore stesso in quanto potenziale meccanismo di cambiamento del clima. Di segno positivo tende a riscaldare la superficie, di segno negativo tende a raffreddarla. In questa relazione, le stime dell'irraggiamento forzato per l'anno 2005 sono messe in relazione alle condizioni pre-industriali riferite all'anno 1750, e sono espresse in watt per metro quadro (W m⁻²). Vedi Glossario e Sezione 2.2 per ulteriori dettagli), che viene

usato per verificare come una serie di fattori umani e naturali influiscano nel riscaldamento o nel raffreddamento del clima del globo. Dalla terza relazione di valutazione (TRV) dell'IPCC, nuove osservazioni e relative modellazioni dei gas serra, dell'attività solare, delle proprietà della superficie terrestre e altri aspetti degli aerosol, hanno condotto al miglioramento delle stime quantitative dell'irraggiamento forzato.

Le concentrazioni, nell'atmosfera del globo, del biossido di carbonio (CO₂), metano e ossido nitroso, si sono incrementate sensibilmente come risultato delle attività umane a partire dal 1750, ed anche rispetto ai valori di molto precedenti al periodo pre-industriale, determinati dall'esame delle carote di ghiaccio inglobanti molte migliaia di anni (vedi fig. SPM.1).

Gli incrementi globali della concentrazione di CO₂ sono dovuti principalmente all'uso dei combustibili fossili e ai cambiamenti d'uso del suolo, mentre quelli di metano e di ossido nitroso sono dovuti all'agricoltura. (2.3, 6.4, 7.3)

La CO₂ è il più importante gas serra di origine antropica (vedi fig. SPM.2). La concentrazione di CO₂ nell'atmosfera del globo è cresciuta dal valore pre-industriale di circa 280 ppm a 379 ppm (nota 3 - ppm parti per milione o ppb parti per bilione, 1 bilione = 1.000 milioni = 1 miliardo, è la percentuale del numero di molecole di gas serra sul totale del numero di molecole dell'aria secca. Per esempio, 300 ppm significa 300 molecole di gas serra in 1 milione di molecole di aria secca) nel 2005. La concentrazione in atmosfera della CO₂ nel 2005 eccede di molto il parametro naturale degli ultimi 650.000 anni (da 180 a 300 ppm) come determinato dalle carote di ghiaccio. Il tasso di crescita annuo della concentrazione di CO₂ è stato maggiore durante gli ultimi dieci anni (media 1995-2005: 1.9 ppm all'anno), di quanto lo sia stato dagli inizi delle misurazioni continuative dirette atmosferiche (media 1960-2005: 1.4 ppm all'anno) nonostante la variazione delle percentuali di crescita di anno in anno. (2.3, 7.3)

La fonte principale dell'incremento di concentrazione in atmosfera della CO₂ a partire dal periodo pre-industriale deriva

dall'uso dei combustibili fossili, mentre il cambiamento dell'uso del suolo ha contribuito in modo significativo ma di minore entità.

Le emissioni annuali di CO₂ d'origine fossile (nota 4 - le emissioni di CO₂ d'origine fossile includono quelle della produzione, distribuzione e consumo di combustibili fossili come quelle derivanti dalla produzione di cemento. Ad una emissione di 1 GtC corrispondono 3.67 GtCO₂) si sono incrementate da una media di 6.4 (da 6.0 a 6.8) (nota 5 - In generale, gli intervalli di incertezza dei risultati contenuti in questo Riassunto per i Politici sono stabiliti diversamente per meno del 90% degli intervalli di incertezza, cioè vi è una probabilità stimata del 5% che la valutazione possa essere al di sopra del parametro racchiuso nelle parentesi quadre e del 5% al di sotto. Le migliori stime sono fornite laddove disponibili. Gli intervalli di incertezza valutata non sono in ogni caso simmetrici rispetto alla migliore stima corrispondente. Da notare che una quantità unitaria di parametri di incertezza nel Gruppo di Lavoro I TRV corrispondeva a due deviazioni standard (95%), nell'uso frequente del giudizio degli esperti) GtC (23.5 ((da 22.0 a 25.0)) GtCO₂) per anno nel 1990, ad una di 7.2 (da 6.9 a 7.5) GtC (26.4 ((da 25.3 a 27.5)) GtCO₂) per anno nel 2000-2005 (i dati del 2004 e 2005 sono stati stimati per interpolazione). Le emissioni di CO₂ associate ai cambiamenti dell'uso del suolo sono state stimate essere 1.6 (da 0.5 a 2.7) GtC (5.9 ((da 1.8 a 9.9)) GtCO₂) per anno lungo gli anni '90, sebbene queste stime abbiano una notevole incertezza. (7.3)

La concentrazione del metano nell'atmosfera del globo si è incrementata dal livello pre-industriale, di circa 715 ppb (parti per miliardo), a 1732 ppb nei primi anni 1990, ed era di 1774 ppb nel 2005.

La concentrazione di metano nell'atmosfera nel 2005 eccede di molto l'intervallo naturale degli ultimi 650.000 anni (da 320 a 790 ppb) come determinato dalle carote di ghiaccio.

Le percentuali di crescita sono diminuite a partire dai primi anni 1990, in relazione alle emissioni (somma delle fonti antropogeniche e naturali) pressochè costanti durante questo periodo.

E' *molto probabile* (nota 6 - in questo Riassunto per i Politici, la seguente terminologia è stata usata per indicare la probabilità stimata, mediante il giudizio specialistico, con esito o risultato: *Virtualmente certo* > 99% probabilità di evento, *Estremamente probabile* > 95%, *Molto probabile* > 90%, *Probabile* > 66%, *Più probabile che no* > 50%, *Improbabile* < 33%, *Molto improbabile* < 10%, *Estremamente improbabile* < 5% (vedi Box TS.1 per maggiori dettagli)) che l'incremento osservato nella concentrazione di metano sia dovuto alle attività antropogeniche, principalmente all'agricoltura e all'uso dei combustibili fossili, ma il contributo relativo dei vari tipi di fonti non è stato ben determinato. (2.3, 7.4)

La concentrazione nell'atmosfera del globo degli ossidi nitrosi è cresciuta dai livelli pre-industriali di circa 270 ppb, a 319 ppb nel 2005. Il tasso di crescita è stato approssimativamente costante dal 1980.

Più di un terzo di tutte le emissioni di ossidi nitrosi è di origine antropogenica ed è principalmente dovuto all'agricoltura.

(2.3, 7.4)

La comprensione delle influenze antropogeniche sul riscaldamento e raffreddamento climatico è migliorata a partire dalla TRV, portandoci a capire con davvero molta certezza (nota 7 - in questo riassunto per i politici, i seguenti livelli di certezza sono stati usati per esprimere giudizi specialistici sulla correttezza della scienza sottostante: *davvero molta certezza* rappresenta almeno 9 possibilità su 10 di essere corretti; *molta certezza* rappresenta circa 8 possibilità su 10 di essere corretti (vedi Box TS.1)) **che l'effetto medio netto sul globo delle attività umane a partire dal 1750 è stato di riscaldamento, con un irraggiamento forzato di +1.6 (da +0.6 a +2.4) Wm⁻² (vedi fig. SPM.2).**

(2.3., 6.5, 2.9)

L'irraggiamento forzato composto, dovuto agli incrementi di CO₂, metano e ossidi nitrosi è di +2.30 (da +2.07 a +2.53) W m⁻², e questa percentuale di crescita durante l'era industriale è stata *molto probabilmente* senza precedenti in più di 10.000 anni (vedi fig. SPM.1 e SPM.2). L'irraggiamento forzato dovuto alla CO₂ si è incrementato del 20% dal 1995 al 2005, il più grande cambiamento di qualsiasi decennio per almeno gli ultimi 200 anni. (2.3, 6.4)

I contributi antropogenici agli aerosol (principalmente i solfati, carbonio organico, nerofumo, nitrati e polvere) producono nello stesso tempo un effetto raffreddante, con un irraggiamento diretto forzato totale di -0.5 (da -0.9 a -0.1) W m⁻² e un irraggiamento forzato indiretto di albedo delle nubi di -0.7 (da -1.8 a -0.3) W m⁻². Queste forzature sono ora meglio comprese che al tempo della TRV, grazie alle misurazioni migliorate satellitari, a terra ed *in situ*, e a modellazioni più complesse, ma resta l'incertezza dominante sull'irraggiamento forzato.

Gli aerosol influenzano anche la durata delle nubi e le precipitazioni. (2.4, 2.9, 7.5)

Significativi apporti antropogenici all'irraggiamento forzato derivano da diverse altre fonti. I cambiamenti di ozono in troposfera, dovuti alle emissioni di ozonizzanti chimici (ossidi nitrici, monossido di carbonio, e idrocarburi), contribuiscono per +0.35 (da +0.25 a +0.65) W m⁻². L'irraggiamento forzato diretto dovuto ai cambiamenti negli idrocarburi alogenati è di +0.34 (da +0.31 a +0.37) W m⁻². I cambiamenti dell'albedo di superficie, dovuti al cambiamento dello strato di copertura terrestre e al deposito di aerosol di nerofumo sulla neve, esercitano rispettivamente forzature di -0.2 (da -0.4 a 0.0) e di +0.1 (da 0.0 a +0.2) W m⁻². Elementi addizionali minori di +0.1 W m⁻² sono evidenziati in fig. SPM.2. (2.3, 2.5, 7.2)

(segue la fig. SPM.2 di cui riportiamo la didascalia - Stime e intervalli della media globale dell'irraggiamento forzato (RF) nel 2005 per il biossido di carbonio (CO₂), il metano (CH₄), l'ossido nitroso (N₂O) e altri importanti agenti e meccanismi, con la estensione geografica specifica (scala spaziale) della forzatura e il livello stimato della conoscenza scientifica (LOSU). L'irraggiamento forzato antropogenico netto ed i suoi intervalli, sono anch'essi evidenziati. Questo richiede la sommatoria asimmetrica dell'incertezza stimata dei termini che li compongono, e non può essere ottenuto con la semplice addizione. I fattori addizionali di forzatura non inclusi qui, sono considerati avere una LOSU molto bassa. Gli aerosol vulcanici contribuiscono ad una forzatura naturale addizionale, ma non sono inclusi in questa figura causa la loro natura episodica. L'intervallo per le condense lineari non include altri possibili effetti del traffico aereo o della nuvolosità) (2.9, fig. 2.20).

Si stima che i cambiamenti di irraggiamento solare, a partire dal 1750, abbiano causato un irraggiamento forzato di +0.12 [da +0.06 a +0.30] W m⁻², meno della metà della stima effettuata dalla TRV. (2.7).

OSSERVAZIONI DIRETTE DEL RECENTE CAMBIAMENTO DEL CLIMA

A partire dalla TRV, il progresso nella comprensione di come il clima sta cambiando nello spazio e nel tempo è stato ottenuto attraverso miglioramenti ed estensione di numerosi gruppi di dati e loro analisi, più

ampia copertura geografica, migliore comprensione dei fattori di incertezza, e una più ampia varietà di misurazioni. Osservazioni sempre più dettagliate sono disponibili per ghiacciai e copertura del manto nevoso a partire dal 1960, mentre per il livello del mare e le calotte di ghiaccio all'incirca dall'ultimo decennio. Comunque, la copertura dei dati rimane limitata in alcune regioni.

Il riscaldamento del sistema climatico è inequivocabile, come si evince dalle osservazioni degli incrementi nelle temperature medie globali dell'aria e degli oceani, nello scioglimento di vaste masse di neve e ghiaccio, e nella crescita della media globale del livello dei mari (vedi fig. SPM.3). (3.2, 4.2, 5.5)

Undici degli ultimi dodici anni (1995-2006) si collocano tra i 12 anni più caldi registrati con strumenti misuratori della temperatura della superficie del globo (nota 9 - la media della temperatura dell'aria vicina alla superficie sull'estensione terrestre e della temperatura della superficie marina) (dal 1850). La tendenza lineare aggiornata a 100 anni (dal 1906 al 2005) di 0.74°C (da 0.56°C a 0.92°C) è dunque più grande rispetto alla corrispondente tendenza dal 1901 al 2000 contenuta nella TRV di 0.6°C (da 0.4°C a 0.8°C). La tendenza lineare del riscaldamento relativa agli ultimi 50 anni (0.13°C (da 0.10°C a 0.16°C) per decennio) è pressochè doppia rispetto agli ultimi 100 anni. L'incremento totale della temperatura tra il 1850-1899 e il 2001-2005 è di 0.76°C (da 0.57°C a 0.95°C). Gli effetti delle isole di calore urbane sono reali ma locali, ed hanno un'influenza trascurabile (meno di 0.006°C per decennio sulla terra e zero sugli oceani) sui valori di cui sopra. (3.2)

Nuove analisi con palloni areostatici e misurazioni satellitari della temperatura della troposfera inferiore e media mostrano che i ritmi di crescita sono simili a quelli della temperatura registrata sulla superficie, e sono consistenti all'interno delle loro rispettive incertezze, rendendo largamente compatibile una discrepanza notata nella TRV. (3.2, 3.4)

Il contenuto medio di vapore acqueo nell'atmosfera è cresciuto almeno dal 1980

sulla terra ed oceani, così come nella troposfera superiore. L'incremento è in linea di massima compatibile con il vapore acqueo aggiuntivo che l'aria più calda può contenere. (3.4)

Le osservazioni a partire dal 1961 evidenziano che la temperatura media degli oceani a livello globale è cresciuta per una profondità di almeno 3000 m. e che l'oceano ha assorbito più dell'80% del calore aggiunto nel sistema climatico. Così il riscaldamento causa l'espansione dell'acqua marina, contribuendo all'innalzamento del livello del mare.

I ghiacciai di montagna e la coltre nevosa sono in media diminuiti in entrambi gli emisferi. Diminuzioni di grandi proporzioni di ghiacciai e iceberg hanno contribuito all'innalzamento del livello del mare (gli iceberg non includono i contributi dalla Groenlandia e dalle aree ghiacciate dell'Antartico). (vedi tab. SPM.1.) (4.6, 4.7, 4.8, 5.5)

Nuovi dati a partire dalla TRV mostrano ora che le perdite dalle aree ghiacciate della Groenlandia e dell'Antartico hanno *molto probabilmente* contribuito ad innalzare il livello del mare per tutto il periodo dal 1993 al 2003 (vedi tab. SPM.1). Per alcuni ghiacciai di scarico della Groenlandia e dell'Antartico, è cresciuta la velocità di flusso, la quale fa scolare ghiaccio dall'interno delle aree ghiacciate. Alla corrispondente maggiore perdita di massa delle aree ghiacciate è spesso seguita l'assottigliamento, e la riduzione o perdita dei terrazzamenti ghiacciati o delle lingue di ghiaccio galleggianti. Tale perdita di ghiaccio per effetto dinamico è sufficiente a spiegare la perdita di gran parte della massa netta dell'Antartide e di circa la metà di quella della Groenlandia. Il resto della perdita di ghiaccio dalla Groenlandia è stato provocato dalle perdite dovute alla prevalenza dello scioglimento rispetto all'accumulazione della neve caduta. (4.6, 4.8, 5.5)

Il livello medio del mare a livello globale si è innalzato a una media di 1.8 (da 1.3 a 2.3)

mm all'anno per il periodo tra il 1961 e il 2003. Il ritmo è stato più veloce tra il 1993 e il 2003: circa 3.1 (da 2.4 a 3.8) mm all'anno. Se il ritmo più veloce tra il 1993 e il 2003 rifletta variazioni decennali o un incremento a lungo termine della tendenza, non è chiaro. Vi è *molta certezza* che il ritmo della crescita osservata del livello del mare sia aumentato tra il XIX e il XX secolo. La crescita totale nel XX secolo è stimata essere 0.17 (da 0.12 a .22) m. (5.5)

(segue la fig. SPM.3 di cui riportiamo la didascalia - Cambiamenti osservati nella (a) media globale della temperatura superficiale, (b) media globale del livello del mare attraverso la misurazione delle maree (blu) e dal satellite (rosso), e (c) nella coltre nevosa dell'Emisfero Nord tra marzo e aprile. Tutti i cambiamenti sono relativi alla media corrispondente per il periodo 1961-1990. Le curve regolari rappresentano la media delle valutazioni decennali, mentre i cerchi mostrano i dati annuali. Le aree ombreggiate rappresentano gli intervalli di incertezza stimati attraverso una analisi dettagliata delle incertezze conosciute (a e b) e delle serie temporali (c). (FAQ 3.1, fig. 1, fig. 4.2, fig. 5.13)

Dal 1993 al 2003, l'ammontare dei contributi climatici dà valori consistenti all'interno del livello di incertezza rispetto alla crescita totale del livello del mare che è direttamente osservata (vedi tab. SPM.1). Queste stime sono basate su migliori dati da satellite ed *in situ*, ora disponibili. Per il periodo tra il 1961 e il 2003, l'ammontare dei contributi climatici è stimato essere minore della crescita osservata del livello del mare. La TRV riporta una simile discrepanza tra il 1910 e il 1990. (5.5)

A scala continentale, regionale e dei bacini oceanici, sono stati osservati numerosi cambiamenti del clima a lungo termine. Ciò comprende cambiamenti nelle temperature artiche e nei ghiacci, diffusi cambiamenti nella quantità delle precipitazioni atmosferiche, nella salinità oceanica, nella struttura dei venti e nelle manifestazioni estreme dei fenomeni atmosferici inclusi siccità, piogge torrenziali, onde di calore, e intensità dei cicloni tropicali. (nota 10 - i cicloni tropicali includono gli uragani e i tifoni) (3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 5.2)

La media delle temperature artiche è cresciuta di almeno il doppio del tasso medio globale negli ultimi 100 anni. Le temperature artiche hanno una alta variabilità decennale, e un periodo caldo è stato anche osservato tra il 1925 e il 1945. (3.2.)

I dati satellitari a partire dal 1978 mostrano che l'estensione media annuale dei ghiacci del mare artico si è ristretta di un 2.7 (da 2.1 a 3.3) % per decennio, con il maggior decremento in estate del 7.4 (da 5.0 a 9.8) % per decennio. Questi dati sono coerenti con quelli riportati nella TRV. (4.4)

Le temperature dello strato superficiale del permafrost sono generalmente cresciute a partire dal 1980 nell'artico (oltre 3°C). L'area coperta massima dal terreno gelato stagionale è diminuita di circa il 7% nell'emisfero Nord a partire dal 1900, con un decremento primaverile di oltre il 15%. (4.7)

Tra il 1900 e il 2005 sono state osservate tendenze a lungo termine nella quantità delle precipitazioni su regioni molto estese. (nota 11 - Le regioni valutate sono quelle considerate nel capitolo sulle proiezioni regionali della TRV e nel capitolo 11 di questo riassunto) Sono stati osservati incrementi significativi delle precipitazioni nell'est del Nord- e Sud-America, nel Nord-Europa e nell'Asia settentrionale e centrale. Sono stati osservati inaridimenti nel Sahel, nel Mediterraneo, nell'Africa del sud e in zone dell'Asia meridionale. Le precipitazioni sono altamente variabili nello spazio e nel tempo, e i dati sono limitati ad alcune regioni. Tendenze a lungo termine non sono state osservate per le altre grandi regioni valutate. (3.3, 3.9)

I cambiamenti di precipitazioni ed evaporazioni sopra gli oceani sono influenzati dai raffrescamenti dell'acqua alle medie ed alte latitudini, insieme con la crescita della salinità alle basse latitudini. (5.2.)

Segue la tab. SPM.1. Misure osservate dell'innalzamento del livello del mare e stima dei contributi dalle diverse fonti (5.5, tab. 5.3)
Nota alla tab.: i dati prima del 1993 si basano sulla misurazione delle maree, dopo il 1993 sull'altimetria satellitare.

I venti occidentali alle medie latitudini si sono rinforzati in entrambi gli emisferi a partire dal 1960. (3.5)

Sono state osservate siccità più intense e di lunga durata su aree più ampie a partire dal 1970, in particolare ai tropici e sub-tropici. La crescita del tempo secco connessa a temperature più alte, e la decrescita delle precipitazioni, hanno contribuito ai cambiamenti della siccità. I cambiamenti nelle temperature superficiali marine e nella struttura dei venti, e la diminuzione delle masse e del manto nevoso, sono altresì connessi alla siccità. (3.3)

La frequenza delle piogge torrenziali è cresciuta su più ampi territori, in continuità con il riscaldamento e la crescita osservata del vapore acqueo nell'atmosfera. (3.8, 3.9)

Sono stati osservati diffusi cambiamenti nelle temperature estreme in tutti gli ultimi 50 anni. Giorni e notti fredde, ed il gelo, hanno iniziato ad essere meno frequenti, mentre giorni e notti calde e le onde di calore hanno iniziato ad essere più frequenti. (vedi tab. SPM.2.) (3.8)

Segue la tab. SPM.2. Tendenze recenti, stima dell'influenza dell'uomo sulla tendenza, e proiezioni sugli eventi atmosferici estremi per i quali si è osservata una tendenza alla fine del XX secolo. (tab. 3.7, 3.8, 9.4; sezioni 3.8, 5.5, 9.7, 11.2-11.9)

La crescita dell'attività dei violenti cicloni tropicali nel nord Atlantico, a partire dal 1970, è di evidente osservazione, correlata con la crescita delle temperature della superficie dei mari tropicali. Esistono ipotesi circa la crescita dell'attività dei violenti cicloni tropicali, dove le preoccupazioni sulla qualità dei dati sono maggiori. La variabilità multi-decennale e la qualità delle registrazioni dei cicloni tropicali prima delle osservazioni satellitari di routine, complicano l'analisi delle tendenze a lungo termine nell'attività dei cicloni tropicali. Non c'è una chiara tendenza nel numero annuale dei cicloni tropicali. (3.8)

Di alcuni aspetti del clima non si è osservato il cambiamento. (3.2, 3.8, 4.4, 5.3)

Una decrescita dei parametri della temperatura diurna (PTR) è stata riportata nella TRV, ma i dati disponibili allora andavano solo dal 1950 al 1993. Osservazioni aggiornate rivelano che i PTR non sono cambiati dal 1979 al 2004 così come entrambe le temperature diurne e notturne si sono innalzate di circa lo stesso valore.

Le tendenze sono altamente variabili da una regione all'altra. (3.2.).

La distesa del ghiaccio marino antartico continua a mostrare una variazione interannuale, e variazioni localizzate, ma nessuna tendenza statistica significativa, coerentemente con la mancanza di riscaldamento osservata nelle temperature medie atmosferiche della regione (3.2, 4.4).

Nella contro-corrente meridionale dell'oceano a livello globale non vi è una sufficiente evidenza per determinare le tendenze del tempo, e così nei fenomeni a piccola scala quali tornado, grandinate, fulmini e tempeste di sabbia. (3.8, 5.3)

UNA PROSPETTIVA PALEOCLIMATICA

Gli studi paleoclimatici usano i cambiamenti negli indicatori climaticamente sensibili per dedurre i cambiamenti passati del clima del globo, su scale temporali rapportate da decenni a milioni di anni.

Così, dati indiretti (ad esempio, la larghezza degli anelli dei tronchi d'albero) possono essere influenzati sia dalla temperatura locale che da altri fattori quali le precipitazioni, e sono spesso rappresentativi di stagioni particolari piuttosto che di anni completi. Gli studi a partire dalla TRV indicano crescente fiducia nei dati addizionali che mostrano un comportamento coerente attraverso indicatori multipli in diverse parti del mondo.

Comunque, le incertezze crescono generalmente col tempo che passa, a causa della crescente parziale copertura spaziale.

L'informazione sul paleo-clima supporta l'interpretazione che il riscaldamento verificatosi nell'ultimo mezzo secolo è inusuale almeno per i 1.300 anni precedenti.

L'ultima volta che le regioni polari furono più calde in modo significativo e per un periodo esteso rispetto ad oggi (all'incirca 125.000 anni fa), le riduzioni di volume del ghiaccio polare portarono ad un innalzamento del livello del mare da 4 a 6 metri. (6.4, 6.6)

La media delle temperature dell'emisfero Nord durante la seconda metà del XX secolo è stata *molto probabilmente* più alta che durante ogni altro periodo cinquantennale negli ultimi 500 anni, e *probabilmente* la più alta negli ultimi 1.300 anni. Alcuni studi recenti indicano una variabilità delle temperature dell'emisfero Nord più grande di quella suggerita dalla TRV, notando in particolare che periodi più freddi esisteranno dal XII al XIV secolo, e nei XVII e XIX secoli. I periodi più caldi prima del XX secolo sono all'interno dell'intervallo di incertezza contenuto nella TRV. (6.6)

La media globale del livello del mare nell'ultimo periodo interglaciale (all'incirca 125.000 anni fa) era *probabilmente* da 4 a 6 metri più alta che durante il XX secolo, per la maggior parte dovuta al ritiro dei ghiacci polari. I dati contenuti nelle carote di ghiaccio indicano che la media delle temperature polari a quel tempo era da 3°C a 5°C più alta che oggi, a causa della differenza nell'orbita terrestre. La copertura di ghiaccio della Groenlandia e gli altri campi di ghiaccio artico hanno contribuito, *probabilmente*, per non più di 4 metri all'innalzamento del livello del mare osservato. Ci può anche essere stato un apporto dall'Antartico. (6.4)

COMPRESIONE ED ATTRIBUZIONE DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO

Questa valutazione prende in considerazione dati più estesi e migliorati, un intervallo più esteso di osservazioni, e miglioramenti nella simulazione di molti aspetti del clima e della sua variabilità basati sugli studi a partire dalla TVR. Essa considera altresì i risultati di nuovi studi di attribuzione, che hanno valutato i cambiamenti del tempo osservati, essere coerenti rispetto alla risposta attesa dalle forzature esterne, ed incoerenti rispetto alle spiegazioni alternative plausibili per la fisica.

La maggior parte dell'incremento osservato nella media globale delle temperature a partire dalla metà del XX secolo, è molto probabilmente dovuta all'incremento osservato nella concentrazione di gas serra di origine antropogenica. (nota 12 - La considerazione dell'incertezza rimanente è basata sulle metodologie correnti)

Questo è un passo avanti rispetto alla conclusione della TRV, che "la maggior parte del riscaldamento osservato lungo gli ultimi 50 anni è stata probabilmente dovuta all'incremento della concentrazione dei gas serra". Le influenze umane individuabili si estendono ora agli altri aspetti del clima, incluso il riscaldamento oceanico, le temperature medie continentali, le temperature estreme, e la struttura dei venti (vedi fig. SPM.4 e tab. SPM.2). (9.4, 9.5)

E' probabile che gli incrementi delle concentrazioni di gas serra, da soli, avrebbero causato più riscaldamento di quello che è stato osservato, poichè gli aerosol di origine antropogenica o vulcanica hanno compensato diversi riscaldamenti che altrimenti avrebbero avuto luogo. (2.9, 7.5, 9.4)

L'ampio riscaldamento osservato dell'atmosfera e dell'oceano, insieme alla perdita di massa ghiacciata, supporta la conclusione che è *estremamente improbabile* che il cambiamento del clima del globo degli ultimi 50 anni possa essere spiegato senza le

forzature esterne, e che è *molto probabile* che esso non sia dovuto soltanto a cause naturali conosciute. (4.8, 5.2, 9.4, 9.5, 9.7)

Il riscaldamento del sistema climatico è stato individuato nei cambiamenti delle temperature di superficie, e dell'atmosfera a diverse centinaia di metri sopra gli oceani, e nei contributi all'incremento del livello del mare. Gli studi di attribuzione hanno stabilito i contributi antropogenici a tutti questi cambiamenti. La struttura osservata del riscaldamento della troposfera e del raffreddamento della stratosfera è *molto probabilmente* dovuta alle influenze combinate degli incrementi di gas serra e delle riduzioni dell'ozono nella stratosfera. (3.2, 3.4, 9.4, 9.5)

E' probabile che, tranne nell'Antartico, il riscaldamento nei vari Continenti causato da attività antropogeniche sia stato significativo negli ultimi 50 anni. Gli schemi di riscaldamento osservati e le loro evoluzioni nel tempo, incluso il maggior riscaldamento della terraferma rispetto agli oceani, sono stati solo simulati tramite modelli che includono forze di natura antropogenica.

La capacità dei modelli climatici abbinati di simulare l'evoluzione della temperatura misurata nei sei continenti mostra una forte influenza delle attività umane rispetto al TRV (3.2, 9.4).

Permangono delle difficoltà nell'affidabilità dei modelli di simulazione e variazione delle temperature misurate su piccola scala. A questo livello, la variazione naturale del clima è relativamente più elevata, rendendo più difficile distinguere le variazioni indotte da forze esterne. Incertezze legate alla raccolta di dati e alla misurazione della attività locali rendono inoltre più difficile determinare le variazioni delle temperature su piccola scala, legate agli incrementi dei gas serra (8.3, 9.4).

Le attività antropogeniche hanno *probabilmente* contribuito ad alterare i venti, influenzando le tempeste extra-tropicali e i profili di temperatura in entrambi gli emisferi. Comunque, la variazione osservata della circolazione nell'emisfero Nord è superiore a

quella simulata in risposta alla variazione delle forzature del XX secolo.

Le temperature nelle notti estremamente calde, notti fredde e giorni particolarmente freddi *semberebbero* aumentate a causa delle attività antropogeniche.

Appare più probabile che no che tali attività abbiano portato ad un aumento delle ondate di calore (vedi tavola SPM.2) (9.4).

Segue la figura SPM.4. Comparazione tra le variazioni della temperatura osservate sia a scala globale che locale, utilizzando modelli che includono le sole forze naturali e modelli che includono anche le attività antropogeniche. Le medie decennali osservate (1906-2005) sono rappresentate tramite una linea nera. Le curve sono tratteggiate ove la copertura spaziale è inferiore al 50%.

Le bande rappresentate in azzurro mostrano l'intervallo 5-95% per 19 simulazioni effettuate usando 5 modelli climatici che includono solo forze naturali dovute all'attività solare e dei vulcani.

Le bande rappresentate in rosso mostrano l'intervallo 5-95% per 58 simulazioni effettuate usando 14 modelli climatici che includono sia forze naturali che antropogeniche.

L'analisi dei modelli climatici assieme ai dati provenienti dalle osservazioni, forniscono un intervallo stimato per la sensibilità dell'equilibrio climatico per la prima volta e aumenta la certezza nel comprendere le risposte del sistema climatico all'irraggiamento forzato (6.6, 8.6, 9.6, Box 10.2).

La sensibilità dell'equilibrio climatico è una misura della risposta del sistema climatico all'irraggiamento forzato mantenuto nel tempo.

Non è una proiezione ma è definita come la media globale dell'aumento della temperatura in superficie a seguito di un raddoppio della concentrazione del biossido di carbonio.

E' *probabile* che tale aumento sia compreso tra 2 °C e 4.5 °C ove la miglior stima è di circa 3 °C, ed è *improbabile* che sia inferiore a 1.5 °C.

Valori sostanzialmente più alti di 4.5 °C non possono essere esclusi, ma i modelli e le osservazioni discordano su quest'ultima previsione.

Le variazioni di vapor acqueo rappresentano il segnale di risposta più forte per la sensibilità climatica, e sono oggi meglio comprese rispetto al TRV. I cambiamenti della nuvolosità rimangono la maggior fonte di incertezza (8.6, 9.6, Box 10.2).

E' *piuttosto improbabile* che i cambiamenti climatici dei sette secoli antecedenti il 1950 fossero dovuti a delle variazioni generate internamente al solo sistema climatico.

Una porzione significativa ricostruita della variazione della temperatura in tali secoli nell'emisfero Nord è *molto probabilmente* attribuibile alle eruzioni vulcaniche ed alle variazioni nella radiazione solare, ed è *probabile* che forze antropogeniche abbiano contribuito al riscaldamento registrato ad inizio secolo (2.7, 2.8, 6.6, 9.3).

PROIEZIONI SULLE FUTURE VARIAZIONI CLIMATICHE

Uno dei maggiori avanzamenti in questa valutazione del cambiamento climatico rispetto alla TVR è l'elevato numero di simulazioni disponibili da una gran quantità di modelli.

Assieme alle ulteriori informazioni provenienti dalle osservazioni, ciò fornisce una base quantitativa per fare delle previsioni su molti aspetti legati ai futuri cambiamenti climatici.

Le simulazioni coprono un insieme di possibili scenari futuri, includendo emissioni idealizzate e ipotesi sulle concentrazioni.

Sono inclusi anche gli indicatori SRES (nota 14: SRES fa riferimento al Rapporto Speciale sugli Scenari di Emissioni dell'IPCC (2000). Gli scenari SRES e i casi esemplificativi, che non includono ulteriori iniziative climatiche, sono ripresi nella pagina finale di questo Riassunto per i Politici. Concentrazioni approssimative equivalenti di biossido di carbonio, corrispondenti all'irraggiamento forzato derivante dai gas serra di natura antropogenica e dagli aerosol nel 2100 per gli scenari SRES B1, A1T, B2, A1B, A2 e A1FI, sono circa 600, 700, 800, 850, 1250 e 1,550 ppm rispettivamente. Gli scenari B1, A1B e A2 sono stati scelti come principali per gli studi di comparazione tra i modelli, e molti di questi risultati sono riportati in questo rapporto) per scenari compresi tra il 2000 e il 2100 e modelli sperimentali ove le concentrazioni di gas serra e aerosol sono mantenute costanti dal 2000 o dal 2100.

Per le prossime due decadi, ci si attende un riscaldamento di circa 0.2 °C per decade per tutto un intervallo di scenari di emissioni del modello SRES. Anche se la concentrazione di gas serra e aerosol fossero mantenute costanti sui livelli del

2000, un incremento di 0.1 °C per decade è previsto. (10.3, 10.7).

Fin dal primo lavoro dell'IPCC nel 1990, le proiezioni stimate suggerivano un aumento della temperatura compreso tra 0.15 e 3 °C per decade per il periodo 1990-2005.

Ora è possibile comparare tali previsioni con i valori osservati di circa 0.2 °C per decade, rafforzando così la sicurezza nelle proiezioni a corto periodo. (1.2, 3.2).

I modelli sperimentali mostrano che anche se tutti gli irraggiamenti forzati fossero mantenuti costanti sui valori del 2000, un ulteriore riscaldamento avverrebbe per le prossime due decadi con un aumento di circa 0.1°C per decade, principalmente a causa della lenta risposta degli oceani.

Un riscaldamento di circa il doppio (0.2 °C per decade) sarebbe atteso se le emissioni fossero all'interno dell'intervallo previsto dagli scenari SRES.

Le migliori proiezioni stimate dai modelli indicano che il riscaldamento medio per decade al 2030 su ciascun continente abitato è indipendente dalla scelta dello scenario SRES ed è *probabilmente* almeno doppio rispetto alla variazione naturale prevista dai modelli durante il ventesimo secolo (9.4, 10.3, 10.5, 11.2–11.7, Figure TS-29).

Emissioni continue di gas serra ai livelli correnti o superiori potrebbero causare un ulteriore aumento del riscaldamento e introdurre molti cambiamenti nel sistema climatico globale del XXI secolo che potrebbero essere *molto probabilmente* maggiori di quelli osservati nel XX secolo (10.3).

Gli avanzamenti nella modellazione della variazione climatica permettono oggi stime migliori e intervalli stimati con un certo livello di incertezza per riscaldamenti previsti a seconda dei diversi scenari di emissioni.

I risultati per i diversi scenari sono riportati esplicitamente in questa relazione, per evitare di perdere alcune informazioni essenziali per la politica.

Il riscaldamento globale medio della superficie previsto per la fine del XXI secolo (2090-2099) rispetto al 1980-1999 è riportato in tabella SPM.3.

Qui sono illustrate le differenze tra il più basso ed il più alto degli scenari di emissione SRES, ed il livello di incertezza nelle previsioni di riscaldamento associato a tali scenari (10.5).

Le stime migliori, e gli intervalli *probabili* per il riscaldamento medio globale dell'aria in prossimità della superficie per sei scenari SRES evidenziati, sono forniti in questa valutazione e mostrati nella tabella SPM.3.

Per esempio, la migliore stima per lo scenario inferiore (B1) è 1.8 °C (con intervallo *probabile* compreso tra 1.1 e 2.9 °C), e la stima per lo scenario superiore (A1FI) è 4.0 °C (con intervallo *probabile* compreso tra 2.4 e 6.4 °C).

Nonostante queste proiezioni siano generalmente coerenti con l'intervallo indicato nel TRV (1.4 - 5.8 °C), non sono direttamente confrontabili (vedere la figura SPM.5). Il *Fourth Assessment Report* è più avanzato, contenendo stime ed intervalli con un più alto livello di certezza per ciascuno degli scenari evidenziati.

Le nuove stime degli intervalli *probabili* poggiano ora su un maggior numero di modelli climatici, di realismo e complessità maggiori, così come su nuove informazioni sulla natura degli effetti del ciclo del carbonio sul clima provenienti dall'osservazione (10.5).

Il riscaldamento tende a ridurre l'assorbimento del biossido di carbonio da parte della terra e degli oceani, aumentando così la frazione di emissioni antropogeniche che rimangono nell'atmosfera.

Ad esempio, nello scenario A2, gli effetti del ciclo del carbonio aumentano il corrispondente riscaldamento globale nel 2100 di circa 1 °C.

Le stime relative agli estremi superiori degli intervalli per le temperature previste sono maggiori rispetto a quelle del TRV (vedere tabella SPM.3), principalmente a causa del fatto che il maggior numero di modelli ora

disponibile suggerisce un maggior impatto del ciclo del carbonio sul fenomeno (7.3, 10.5).

Le proiezioni basate sui modelli dell'innalzamento del livello del mare per la fine del XII secolo (2090-2099) sono mostrate nella tabella SPM.3. Per ciascuno scenario della tabella SPM.3, il punto centrale dell'intervallo non si discosta più del 10% dalla media prevista dal TRV per il 2090-2099.

Gli intervalli sono più ristretti rispetto al TRV principalmente grazie a migliori informazioni su alcune incertezze relative ai contributi del progetto (10.6).

Segue la figura SPM.5: le linee solide rappresentano le medie globali del riscaldamento della superficie (relativamente al periodo 1980-1999) derivante dai vari modelli per gli scenari A2, A1B e B1, mostrate come continuazione delle simulazioni del XX secolo. Le ombreggiature rappresentano la deviazione standard +/- 1 delle medie annuali per ciascun modello. La linea color aranciorappresenta la simulazione nella quale le concentrazioni sono mantenute stabili ai livelli dell'anno 2000. Le barre grigie rappresentano sulla destra le stime migliori (la linea solida per ciascuna barra), e l'intervallo stimato per i sei scenari SRES selezionati. Le valutazioni delle stime migliori e degli intervalli probabili all'interno delle barre grigie includono le AOGCM nella parte sinistra della figura, così come i risultati della gerarchia dei modelli indipendenti e dei limiti osservati.

I modelli impiegati fino ad ora non includono le incertezze derivanti dal ciclo del carbonio né gli effetti degli scioglimenti degli strati di ghiaccio, poiché manca una base nella letteratura pubblicata.

Le proiezioni includono un contributo derivante dall'aumento dello scioglimento dei ghiacciai osservato in Antartide e Groenlandia tra il 1993 e il 2003, ma tale fenomeno potrebbe aumentare o diminuire nel futuro.

Per esempio, se questi contributi dovessero crescere linearmente con l'aumento medio globale della temperatura, gli estremi superiori degli scenari SRES per l'innalzamento del livello marino aumenterebbero di un valore compreso tra 0.1 e 0.2 m.

Valori più elevati non possono essere esclusi, ma la comprensione di questi effetti è troppo limitata per stimare il loro andamento, o

fornire una stima migliore del massimo livello di innalzamento marino (10.6).

L'aumento della concentrazione di biossido di carbonio nell'atmosfera porta ad un aumento dell'acidificazione degli oceani.

Le proiezioni basate sugli scenari SRES mostrano una riduzione media del pH della superficie degli oceani compresa tra 0.14 e 0.35 unità nel XXI secolo, che si somma all'attuale diminuzione di 0.1 rispetto al periodo pre-industriale (5.4, Box 7.3, 10.4).

C'è ora una maggior comprensione dei meccanismi di riscaldamento e di altri effetti a livello regionale, tra cui le variazioni del comportamento dei venti, delle precipitazioni ed alcuni aspetti relativi ai climi estremi ed ai ghiacci (8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 9.4, 9.5, 10.3, 11.1).

I riscaldamenti previsti per il XXI secolo mostrano comportamenti geografici indipendenti dallo scenario considerato, simili a quelli osservati nelle passate decadi. Ci si aspetta che il riscaldamento sarà maggiore sulla terra ferma ed alle latitudini più a nord, e minore negli oceani del sud e parti dell'oceano nord-atlantico (vedere figura SPM.6) (10.3).

Si prevede una contrazione delle coltri innestate.

Ci si aspetta un aumento del livello di disgelo in tutte le regioni di permafrost a livello mondiale (10.3, 10.6).

E' previsto un ritiro del ghiaccio marino sia all'Artico che all'Antartico in tutti gli scenari SRES.

In alcune proiezioni, il ghiaccio marino artico nella tarda estate scompare quasi del tutto nell'ultima parte del XXI secolo (10.3).

E' molto probabile che fenomeni quali ondate di caldo estremo e forti precipitazioni diventino sempre più frequenti (10.3).

Sulla base di un intervallo di modelli, è probabile che i futuri cicloni (tifoni e uragani) saranno più intensi, con picchi della velocità del vento più alti e un maggior numero di forti

precipitazioni associate con l'aumento progressivo delle temperature delle superfici tropicali marine. C'è una minor confidenza con le proiezioni relative alla diminuzione globale dei cicloni tropicali.

L'aumento apparente delle proporzioni delle tempeste molto intense, a partire dal 1970 in alcune regioni, è molto maggiore rispetto a quello previsto dagli attuali modelli per lo stesso periodo (9.5, 10.3, 3.8).

Segue la figura SPM.6: proiezioni dell'aumento della temperatura superficiale per il XXI secolo rispetto al periodo 1980-1999. Le colonne centrale e destra mostrano le proiezioni medie multi-modello AOGCM per gli scenari SRES B1 (in alto), A1B (in mezzo) e A2 (in basso) come media per le decadi 2020-2029 (in centro) e 2090-2099 (a destra). La colonna sinistra mostra le corrispettive incertezze legate alle relative probabilità di aumento di temperatura media globale per diversi studi AOGCM e Earth System Model of Intermediate Complexity per lo stesso periodo. Alcuni studi presentano risultati solo per alcuni scenari SRES o per diverse versioni del modello. Perciò la differenza di numero di curve mostrate nella colonna sinistra è dovuta esclusivamente alla differenza di risultati disponibili (figure 10.8 e 10.28).

Segue la figura SPM.7: variazioni relative delle precipitazioni (in percentuale) per il periodo 2090-2099 rispetto al 1980-1999. I valori sono una media dei modelli basati sullo scenario B1 del SRES per i periodi Dicembre-Febbraio (sinistra) e Giugno-Agosto (destra). Le aree in bianco indicano le zone dove meno del 66% dei modelli concorda sul cambio di segno, mentre le aree punteggiate individuano zone dove più del 90% dei modelli concorda con il cambio di segno.

Le scie delle tempeste extratropicali si muovono verso i poli secondo le proiezioni, con conseguenti variazioni dei venti, precipitazioni e temperatura, secondo la tendenza osservata a livello globale nell'ultimo mezzo secolo (3.6, 10.3).

Rispetto al TRV, sono stati compiuti dei passi avanti nella comprensione degli schemi delle precipitazioni. Aumenti di precipitazioni sono *molto probabili* alle latitudini elevate, mentre diminuzioni sono *probabili* nella maggior parte delle aree subtropicali (fino a circa il 20% in meno nello scenario A1B nel 2100, vedere figura SPM.7), continuando a seguire le tendenze fin qui osservate (3.3, 8.3, 9.5, 10.3, 11.2 fino a 11.9).

Sulla base delle simulazioni dei modelli correnti, è *molto probabile* che la controcorrente meridionale (MOC) dell'Oceano Atlantico rallenterà durante il XXI secolo.

La diminuzione media per il 2100 è del 25% (intervallo compreso tra 0 e 50%) per lo scenario A1B dello SRES.

Le temperature nella regione atlantica sono previste in aumento, nonostante i cambiamenti di cui sopra dovuti al maggior riscaldamento associato agli aumenti previsti di gas serra.

E' *molto improbabile* che il MOC subirà una transizione brusca durante il XXI secolo. Le variazioni del MOC su periodi più lunghi non possono essere stimate con buona approssimazione (10.3, 10.7).

Il riscaldamento antropogenico e l'innalzamento del livello del mare continueranno per secoli a causa dei tempi di risposta dei processi climatici, anche se il livello di concentrazione di gas serra si stabilizzasse (10.4, 10.5, 10.7).

Si prevede che il ciclo climatico del carbonio aggiungerà biossido di carbonio all'atmosfera con l'aumento della temperatura, ma la magnitudine di questo effetto è incerta.

Ciò aumenta l'incertezza legata alla progressione delle emissioni di biossido di carbonio necessaria per raggiungere un particolare livello di stabilizzazione della concentrazione di CO₂ nell'atmosfera.

Basandosi sulla comprensione attuale della risposta del sistema climatico del ciclo del carbonio, gli studi suggeriscono che per stabilizzare il biossido di carbonio ad un valore di 450 ppm, sarà necessario che le emissioni cumulative del XXI secolo siano ridotte da una media di circa 670 [da 630 a 710] GtC (2460 [da 2310 a 2600] GtCO₂) a circa 490 [da 375 a 600] GtC (1800 [da 1370 a 2200] GtCO₂).

Nello stesso modo, per stabilizzare il livello a 1000 ppm, si prevede che le emissioni cumulative del modello debbano essere ridotte da una media di 1415 [da 1340 a 1490] GtC (5190 [da 4910 a 5460] GtCO₂) a circa 1100 [da 980 a 1250] GtC (4030 [da 3590 a 4580] GtCO₂) (7.3, 10.4).

Se l'irraggiamento forzato si stabilizzasse nel 2100 ai livelli B1 e A1B ci si dovrebbe attendere un ulteriore aumento di 0.5 °C per il 2200 (10.7).

Se l'irraggiamento forzato si stabilizzasse nel 2100 ai livelli A1B, l'espansione termica da sola porterebbe ad un aumento di 0.3-0.8 m del livello del mare per il 2300 (rispetto al 1980-1999).

L'espansione termica continuerebbe per molti secoli, a causa del tempo necessario per trasportare il calore nella profondità degli oceani (10.7).

Si prevede che la contrazione della calotta di ghiaccio della Groenlandia continui a contribuire all'innalzamento del livello marino dopo il 2100.

I modelli attuali suggeriscono che le perdite di massa di ghiaccio aumentino maggiormente con la temperatura rispetto ai guadagni dovuti alle precipitazioni, e che il bilancio di massa superficiale diventi negativo all'attuale livello di riscaldamento medio globale (rispetto ai livelli pre-industriali) compreso tra 1.9 e 4.6 °C.

Se il bilancio si mantenesse negativo per millenni, ciò porterebbe allo scioglimento completo della calotta di ghiaccio della Groenlandia, e ad un corrispettivo aumento del livello del mare di circa 7 m.

Le corrispettive temperature future della Groenlandia sono comparabili a quelle dell'ultimo periodo inter-glaciale di 125.000 anni fa, quando le informazioni paleoclimatiche suggeriscono una riduzione dei ghiacci polari su terra ed un innalzamento del mare compreso tra i 4 e i 6 m.

Processi dinamici legati al ghiaccio, non inclusi negli attuali modelli ma recentemente osservati, potrebbero aumentare la vulnerabilità degli strati ghiacciati al riscaldamento, aumentando ulteriormente il futuro innalzamento marino. La comprensione di tali processi è limitata e non c'è consenso sulla loro magnitudine (84.6, 10.7).

Le proiezioni degli attuali modelli globali prevedono che la calotta di ghiaccio

dell'Antartico rimarrà troppo freddo per assistere ad uno scioglimento complessivo, e ci si aspetta un guadagno in massa legato all'aumento di nevicata. Comunque, una diminuzione netta di massa potrebbe verificarsi qualora i fenomeni dinamici siano dominanti sul bilancio di massa del ghiaccio (10.7).

Sia le emissioni antropogeniche passate, che quelle future, di biossido di carbonio, continueranno a contribuire al riscaldamento ed all'aumento del livello marino per più di un millennio, a causa dei tempi necessari per rimuovere tale gas dall'atmosfera (7.3, 10.3).

Gli scenari di emissione della Relazione Speciale dell'IPCC sugli Scenari di Emissione (SRES).

A1. La famiglia degli scenari A1 descrive un mondo futuro con una notevole velocità di crescita economica, una popolazione globale con un picco a metà del secolo ed un declino successivo e la rapida introduzione di nuove e più efficienti tecnologie. I temi principali sono la convergenza tra le regioni del mondo, la capacità di costruire e un aumento delle interazioni sociali e culturali, con una sostanziale riduzione delle discrepanze regionali legate al reddito pro capite.

Lo scenario A1 si divide in tre gruppi che descrivono strade alternative nell'introduzione di nuove tecnologie energetiche.

I tre gruppi A1 si distinguono a seconda dell'enfasi che pongono su diverse tecnologie: basate intensivamente su risorse fossili (A1FI), non basate su risorse fossili (A1T) o basate su un equilibrio delle diverse tecnologie (A1B) (dove per equilibrio si intende il non basarsi troppo su una fonte energetica in particolare, assumendo altresì che il tasso di migrazione di cui sopra si applichi a tutte le fonti e tecnologie end-user).

A2. la famiglia A2 descrive un mondo molto eterogeneo. I temi principali sono quelli dell'indipendenza e della preservazione delle identità locali. I tassi di fertilità tra le varie regioni convergono molto lentamente, dando vita ad una popolazione in continuo aumento. Lo sviluppo economico è orientato a livello regionale, gli aumenti di reddito pro capite e le migrazioni tecnologiche sono più frammentati e lenti che negli altri scenari.

B1. La famiglia B1 descrive un mondo convergente con la stessa popolazione ed andamento della famiglia A1, ma con un rapido cambio nelle strutture economiche verso un'economia di servizi ed informazione, con una riduzione dell'intensità materiale e l'introduzione di tecnologie pulite ed efficienti. L'enfasi è posta su soluzioni globali ai problemi di sostenibilità economica, sociale ed ambientale, con più equità sociale ma senza nuove iniziative a livello climatico.

B2. la famiglia B2 descrive un mondo in cui l'enfasi è posta su soluzioni locali ai problemi di sostenibilità economica, sociale ed ambientale. E' un mondo con una popolazione in continuo aumento, con un tasso inferiore rispetto allo scenario A2, livelli di sviluppo economico intermedi, e con cambi minori e più lenti di tecnologie rispetto agli scenari A1 e B1. Mentre anche questo scenario è orientato verso la protezione ambientale ed una maggior equità sociale, si concentra su livelli locali e regionali.

Uno scenario illustrativo è stato scelto per ciascuno dei sei gruppi di scenari A1B, A1FI, A1T, A2, B1 e B2. Tutti dovrebbero essere egualmente considerati.

Gli scenari SRES non includono nuove iniziative climatiche, ovvero non includono alcun scenario nel quale si assume esplicitamente l'implementazione dello United Nations Framework Convention on Climate Change o il raggiungimento degli obiettivi del protocollo di Kyoto.