



CAMBIAMENTI CLIMATICI



Nel 2007 il tema dei cambiamenti climatici è stato al centro dell'attenzione della comunità scientifica, dei decisori politici e dell'opinione pubblica.

Il riscaldamento globale è inequivocabile ed è molto probabile che le emissioni antropiche di gas serra ne siano la causa.

Il riscaldamento medio in Italia è di 0,94 °C dal 1961 al 2006, e di 1,54 °C dal 1981 al 2006.

Introduzione

Nel corso del 2007, il tema dei cambiamenti climatici è stato al centro dell'attenzione della comunità scientifica, dei decisori politici e dell'opinione pubblica, principalmente a seguito dell'approvazione, da parte dell'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), del suo Quarto Rapporto di Valutazione. Le conclusioni di questo documento sono state quindi alla base di alcuni primi importanti impegni politici in materia di riduzione delle emissioni e di politiche energetiche, in particolare quelli adottati dall'Unione Europea attraverso le conclusioni del Consiglio europeo dell'8-9 marzo 2007. Cresce quindi, la necessità di disporre di indicatori adeguati a rappresentare l'insieme dei fenomeni connessi a questa tematica, sia con funzione conoscitiva, sia come base per gli interventi di prevenzione e adattamento.

I trend climatici in atto

L'aumento della temperatura media globale negli ultimi decenni è un segno evidente dei cambiamenti climatici in corso. Due tra le principali conclusioni del Quarto Rapporto di Valutazione dell'*Intergovernmental Panel on Climate Change*¹ indicano che:

- il riscaldamento del sistema climatico è inequivocabile, come comprovato da osservazioni di aumento di temperatura atmosferica e oceanica, scioglimento di neve e ghiacci, aumento del livello del mare su scala globale;
- l'aumento della concentrazione di gas serra dovuto alle attività umane è molto probabile la principale causa del riscaldamento globale osservato dalla metà del XX secolo.

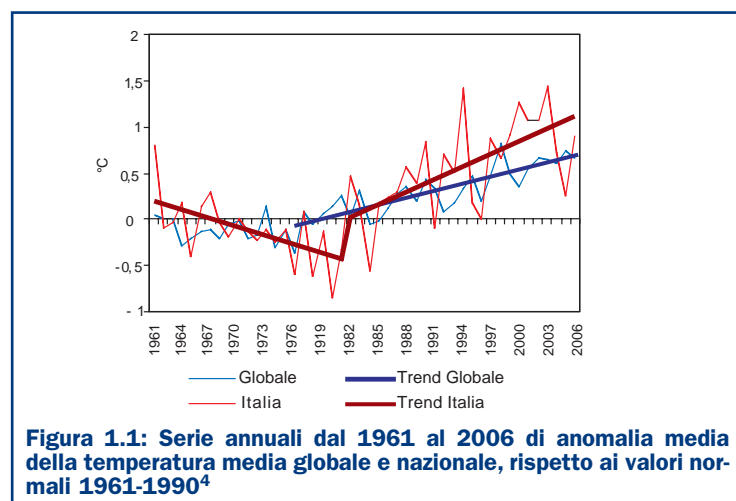
Le analisi più aggiornate mettono in evidenza come i fenomeni di riscaldamento globale non siano uniformi. Accanto ad aree in cui la temperatura è aumentata, ne esistono altre in cui si è osservata una diminuzione della temperatura. A livello globale, le recenti analisi confermano la stima di un riscaldamento medio sulla superficie terrestre di circa 0,74 °C nel corso dell'ultimo secolo. L'aumento della temperatura è particolarmente accentuato proprio nel periodo più recente; negli ultimi 50 anni il tasso di riscaldamento (+0,13 °C per decade) è quasi doppio rispetto agli ultimi 100 anni². Per quanto riguarda l'Italia, le stime più recenti ottenute dal-

¹ IPCC (2007). *Climate Change 2007 – WG-I, Technical summary*



l'Agenzia per la protezione dell'ambiente e dei servizi tecnici (APAT) attraverso l'analisi dei dati compresi nel sistema SCIA (Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale) indicano una diminuzione della temperatura media di 0,6 °C dal 1961 al 1981, e un successivo aumento di 1,54 °C fino al 2006, con un aumento complessivo di circa 0,94 °C in 45 anni. Non si registrano differenze significative tra diverse aree del territorio nazionale, a conferma che le variazioni di temperatura sono determinate principalmente da fattori climatici a grande scala³. Il confronto tra i *trend* nazionali e globali illustrano che il riscaldamento medio in Italia è più marcato rispetto alla media globale.

A livello globale, la tendenza all'aumento è molto più pronunciata per le temperature minime notturne che per quelle massime diurne.



L'aumento della temperatura media globale negli ultimi decenni è un segno evidente dei cambiamenti climatici in corso.

Il riscaldamento medio in Italia è di 0,94 °C dal 1961 al 2006, e di 1,54 °C dal 1981 al 2006.

Il confronto tra i trend nazionali e globali illustrano che il riscaldamento medio in Italia è più marcato rispetto alla media globale.

Per l'Italia si stima che il numero medio di notti tropicali (cioè con temperatura minima maggiore o uguale a 20 °C) presenta un incremento di 21 notti nel periodo 1981-2006 e un incremento netto di 12,5 notti dal 1961 al 2006. Le variazioni sono più intense

² IPCC (2007). *Climate Change 2007 – WG-I, Technical summary*

³ Toreti A. e Desiato F., 2007, *Temperature trend over Italy from 1961 to 2004. Theor. Appl. Climatology*. DOI 10.1007/s00704-006-0289-6

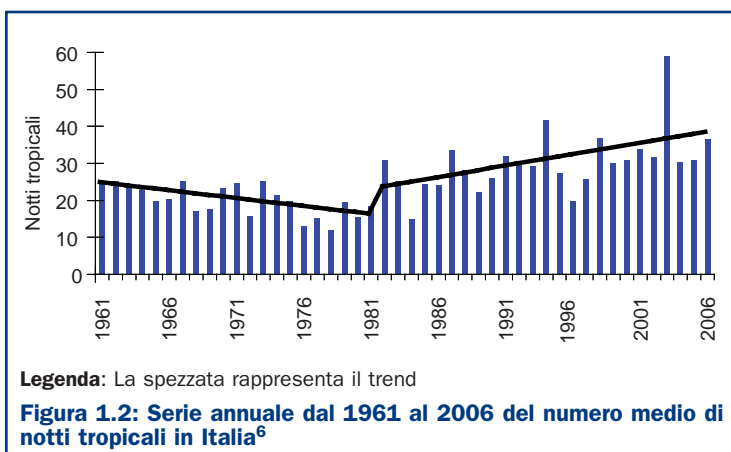
⁴ Fonte: APAT e Università dell'East Anglia in collaborazione con l'Hadley Center



A livello globale risulta una tendenza all'aumento più pronunciata per le temperature minime notturne che per quelle massime diurne.

In Italia, il numero medio di notti tropicali nel 2006 è stato superiore al valore medio del trentennio di riferimento (1961-1990). In particolare, il valore del 2006, è il quarto più alto degli ultimi 46 anni.

se si considerano gli ultimi 27-28 anni e, in particolare, quelle che riguardano gli eventi estremi associati alle onde di calore. Il numero medio di notti tropicali nel 2006 è stato superiore al valore medio del trentennio di riferimento (1961-1990). In particolare, il valore del 2006, è il quarto più alto degli ultimi 46 anni⁵.



Per quel che concerne le precipitazioni, le modifiche nei livelli e nei trend sono scarsamente significative a livello nazionale, anche se possono risultare rilevanti con riferimento ad aree e periodi specifici. Tuttavia, a livello globale, si osserva un sostanziale aumento delle precipitazioni intense a partire dal 1950⁷.

Gli impatti dei cambiamenti climatici

Molti sistemi naturali stanno risentendo dei cambiamenti climatici regionali, in particolare degli aumenti della temperatura.

Secondo le conclusioni dell'IPCC⁸, i dati ambientali "provenienti da tutti i continenti e dalla maggior parte degli oceani mostrano che molti sistemi naturali stanno risentendo dei cambiamenti climatici regionali, in particolare degli aumenti della temperatura." Gli impatti a carico delle diverse matrici ambientali diventano sem-

⁵ Toreti A. e Desiato F., 2007, *Changes in temperature extremes over Italy in the last 44 years*, *Int. J. Climatology*, DOI 10.1002/joc.1576

⁶ Fonte: APAT

⁷ IPCC (2007). *Climate Change 2007 – WG-I, Technical summary*

⁸ IPCC (2007). *Climate Change 2007 – WG-II, Summary for policymakers*



pre più evidenti; in base ai dati disponibili è possibile affermare che vi sono circa 8 possibilità su 10 che i cambiamenti climatici stiano influenzando i sistemi naturali, in particolare le risorse idriche, le zone costiere e gli oceani.

Alcuni esempi dei mutamenti in atto, ripresi dall'IPCC⁹, sono elencati nella seguente tabella in relazione ai diversi sistemi ambientali.

Tabella 1.1: Esempi dei mutamenti in atto¹⁰

Neve, ghiaccio e terreno ghiacciato	Sistemi idrologici	Sistemi biologici terrestri	Sistemi biologici marini e acquatici
<ul style="list-style-type: none"> • allargamento e incremento del numero dei laghi glaciali 	<ul style="list-style-type: none"> • aumento del <i>run-off</i> e anticipo nel picco primaverile di scarico in molti fiumi alimentati da ghiacciai e nevai 	<ul style="list-style-type: none"> • anticipo degli eventi primaverili, come la fioritura, la migrazione degli uccelli e la deposizione delle uova 	<ul style="list-style-type: none"> • spostamenti nei <i>range</i> di parametri ambientali (copertura di ghiaccio, salinità, livelli di ossigeno, circolazione), e cambiamenti nell'abbondanza di pesce, plancton e alghe alle alte latitudini degli oceani
<ul style="list-style-type: none"> • aumento dell'instabilità del terreno nelle regioni con permafrost, e delle valanghe di tipo roccioso nelle regioni montuose 	<ul style="list-style-type: none"> • riscaldamento dei laghi e dei fiumi in molte regioni con effetti sulla struttura termica e sulla qualità dell'acqua 	<ul style="list-style-type: none"> • spostamenti verso il polo e verso le alte latitudini delle specie vegetali e animali 	<ul style="list-style-type: none"> • aumenti dell'abbondanza di alghe e zooplancton alle alte latitudini e alle alte altitudini nei laghi
<ul style="list-style-type: none"> • cambiamenti a carico di alcuni ecosistemi Artici ed Antartici, inclusi i biomi mare-ghiaccio, e dei predatori dei livelli più alti della catena trofica 			<ul style="list-style-type: none"> • cambiamenti nei <i>range</i> dei parametri ambientali e migrazioni anticipate dei pesci nei fiumi

In base alle osservazioni satellitari disponibili dai primi anni ottanta, il “rinverdimento” primaverile precoce della vegetazione si considera collegato a una maggiore durata delle stagioni di crescita dovuta al riscaldamento.

Inoltre, l'assorbimento di carbonio antropogenico a partire dal 1750 ha portato gli oceani a diventare più acidi, con una diminuzione media del pH di 0,1 unità¹¹. Tuttavia, gli effetti osservati del-

Stanno emergendo nuovi effetti dei cambiamenti climatici regionali sugli ambienti naturali e umani, ma sono spesso difficili da distinguere a causa di adattamenti e presenza di driver non climatici.

⁹ IPCC (2007). *Climate Change 2007 - WG-II, Summary for policymakers*

¹⁰ Fonte: IPCC (2007). *Climate Change 2007 - WG-II, Summary for policymakers*

¹¹ IPCC (2007). *Climate Change 2007 - WG-I, Technical summary*



l'acidificazione dell'oceano sulla biosfera marina non hanno ancora una sufficiente documentazione.

Stanno, inoltre, emergendo altri effetti dei cambiamenti climatici regionali sugli ambienti naturali e umani, anche se molti effetti sono difficili da distinguere a causa di adattamenti e presenza di *driver* non climatici.¹²

Ad esempio, gli effetti dell'aumento della temperatura sono stati documentati nei seguenti ambiti:

- effetti sulla gestione dell'agricoltura e delle foreste ad alte latitudini dell'emisfero nord, come anticipo primaverile della semina, delle colture e alterazione nei regimi di disturbo delle foreste dovute a incendi e aridità;
- aspetti della salute umana, come la mortalità dovuta al calore in Europa, i vettori di malattie infettive in alcune aree e il polline allergenico a alte e medie latitudini dell'emisfero nord;
- attività nell'Artico (ad esempio la caccia e gli spostamenti su neve e ghiaccio) e nelle aree alpine a minori altitudini (come gli sport di montagna).

Infine, i cambiamenti climatici e le variazioni climatiche recenti stanno iniziando ad avere effetto su molti altri sistemi naturali e umani ma, basandosi sulla letteratura pubblicata, gli impatti non hanno ancora evidenziato delle tendenze consolidate. Alcuni esempi includono:

- insediamenti nelle regioni montuose soggette a un maggiore rischio di inondazioni improvvise dai laghi glaciali a causa dello scioglimento dei ghiacciai. In alcuni casi la risposta consiste nella realizzazione di dighe e lavori di drenaggio;
- nella regione africana del Sahel, condizioni più calde e più aride hanno portato a una riduzione della lunghezza della stagione della crescita con effetti deleteri sui raccolti. Nel Sud Africa, stagioni secche più lunghe e maggiore incertezza delle piogge stanno sollecitando misure di adattamento.
- la crescita del livello del mare e lo sviluppo umano stanno contribuendo alla perdita di zone umide costiere e di mangrovie e all'aumento dei danni dovuti a inondazioni costiere in molte aree.

Secondo quanto riportato nel libro verde della Commissione Europea "L'adattamento ai cambiamenti climatici in Europa – quali possibilità di intervento per l'UE" (COM(2007)354), le aree di maggiore vulnerabilità in Europa sono:

¹² IPCC (2007). *Climate Change 2007 – WG-II, Summary for policymakers*



- l'Europa meridionale e tutto il bacino del Mediterraneo, dove all'aumento delle temperature è associata una riduzione delle precipitazioni in zone che già soffrono di carenza idrica;
- le zone montane, come le Alpi, dove l'aumento delle temperature causa lo scioglimento dei ghiacciai, che inevitabilmente si riflette sulla portata dei fiumi;
- le zone costiere, a causa dell'innalzamento del livello del mare abbinato ai maggiori rischi di precipitazioni violente;
- le pianure alluvionali ad alta densità di popolazione, il rischio di precipitazioni forti e violente e di alluvioni improvvise causano danni alle zone edificate e alle infrastrutture;
- la Scandinavia, dove sono previste precipitazioni molto maggiori, sempre più spesso sotto forma di pioggia e non di neve;
- la regione dell'Artide, dove le variazioni della temperatura saranno più elevate rispetto ad altre zone della Terra.

Per l'Italia, sulla base dei risultati dei lavori preparatori alla Conferenza Nazionale sui cambiamenti climatici¹³, organizzata dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e dall'APAT, è stato delineato un quadro delle priorità nazionali relativamente alle aree di impatto potenzialmente più probabili. Di seguito si riproduce lo schema elaborato dall'APAT per l'individuazione delle matrici ambientali e dei settori economici maggiormente suscettibili di impatto.

Le aree europee di maggiore vulnerabilità ai cambiamenti climatici sono:

- l'Europa meridionale e tutto il bacino del Mediterraneo;
- le zone montane;
- le zone costiere;
- le pianure alluvionali ad alta densità di popolazione;
- la Scandinavia;
- la regione dell'Artide.

¹³ APAT (2007). *Gli eventi preparatori della Conferenza*. Sintesi dei lavori

CAMBIAMENTI CLIMATICI



Tabella 1.2: Schema relativo delle aree suscettibili di impatto potenzialmente più probabili¹⁴

AREE DI IMPATTO	Variabili climatiche		Workshop				
	Temperatura	Precipitazione	Desertificazione	Deglaciazione	Rischio idro-geologico	Ambiente marino-costiero	Bacino del Po
Risorse idriche	++	++	++	++	++	++	++
Sistemi marini e costieri	++	++	++	+	+	++	++
Ambiente montano e criosfera	++	++	-	++	+	-	-
Aree umide ed ecosistemi acquatici	++	++	-	-	+	++	++
Biodiversità e foreste	++	++	++	++	++	++	++
Agricoltura e pesca	++	++	++	+	++	++	++
Energia	++	++	-	++	-	-	++
Turismo	++	+	-	++	++	++	+
Salute	++	++	-	+	++	-	-
Insedimenti urbani	-	++	-	+	++	++	+
Infrastrutture e trasporti	-	++	-	-	++	++	-
Patrimonio artistico	-	++	-	-	++	++	-

Legenda: ++ impatto molto probabile; + impatto probabile; - impatto poco probabile

Per l'Italia, la probabilità di impatti dei cambiamenti climatici è più elevata per le risorse idriche, la biodiversità e le foreste, i suoli, gli ambienti marino-costieri, le attività di agricoltura e pesca e il turismo.

Le matrici ambientali per le quali è più elevata la probabilità di impatti dei cambiamenti climatici, nel nostro Paese, sono quindi essenzialmente le risorse idriche, la biodiversità e le foreste, i suoli e gli ambienti marino-costieri. Mentre nell'ambito delle attività produttive sono molto probabili le ricadute sull'agricoltura e pesca e sul turismo.

¹⁴ Fonte: APAT



L'impatto da erosione e inondazioni costiere

L'effetto del sollevamento del mare nel Mediterraneo viene previsto nel 2100 attorno a valori di circa 38 cm negli scenari IPCC, in conseguenza della dilatazione termica. Gli studi specifici nel contesto italiano-mediterraneo indicano, però, 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.

Pertanto, nell'area mediterranea, il sollevamento del mare non sembra essere attualmente il parametro principale di un aumento della vulnerabilità delle aree costiere ai cambiamenti climatici (a differenza del Nord Europa), tranne che in settori in cui la subsidenza antropica e naturale amplifica il fenomeno.

Il sollevamento del livello del mare non produce solo una variazione del rapporto tra terra e mare ma anche un notevole innalzamento del cuneo salino, quindi la costa risulta estremamente sensibile a tale parametro. Le zone di maggiore suscettibilità sono le spiagge sabbiose meno ampie e con apparati dunari retrostanti assenti o fortemente degradati.

L'area italiana a maggior rischio si trova tra il ravennate e la foce del Tagliamento, sulla costa nord-adriatica. Queste aree subiscono movimenti verticali di compattazione del suolo (subsidenza); inoltre sono particolarmente vulnerabili anche di fronte all'aumento del livello medio del mare (eustatismo).

Dall'analisi dell'andamento del livello medio del mare (Imm) nelle stazioni di Trieste, Venezia, Ravenna, Genova dalla fine dell'800 ad oggi, emergono dinamiche molto differenti tra le varie aree. Le stazioni situate in terreni non subsidenti, Genova e Trieste, dimostrano una contenuta tendenza alla crescita, valutabile mediamente in 1,2-1,3 mm/anno. Mentre a Venezia l'attuale tasso di crescita del livello medio del mare è valutato in 2,2 mm/anno, ma molto più sostenuto a cavallo tra gli anni '50 e '70. Particolarmente evidente è il caso di Ravenna, dove il tasso di crescita si attesta sugli 8,3 mm medi annuali. In questi casi la fortissima pressione antropica determina la maggior parte della subsidenza rilevata.

Gli scenari IPCC prevedono nel 2100 un innalzamento del livello del Mediterraneo di 38 cm. Il nostro mare non è attualmente in sollevamento per effetto combinato dell'aumento di salinità che controbilancia l'effetto di dilatazione termica.

Le zone di maggiore suscettibilità sono le spiagge sabbiose senza dune. L'area italiana a maggior rischio si trova sulla costa nord-adriatica.

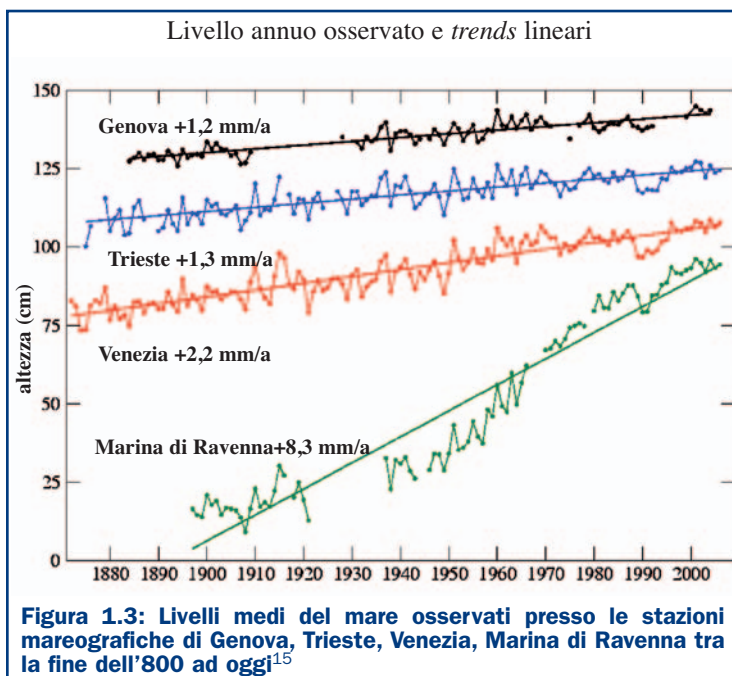
Il livello medio annuo del mare mostra dinamiche differenti tra le varie aree, da 1,2 mm/anno di Genova a 8,3 mm/anno nel ravennate.



La costa italiana a maggior rischio di impatto da erosione e inondazione si trova tra il ravennate e la foce del Tagliamento, sulla costa nord-adriatica.

Queste aree sono vulnerabili alla subsidenza e all'aumento del livello medio del mare. Dalla fine dell'800 l'innalzamento del livello medio del mare va da 1,2 mm/anno di Genova a 8,3 mm/anno nel ravennate.

Le categorie di "beni" vulnerabili da erosione e inondazione sono le aree SIC costiere, le dune costiere, le pinete e le specie floristiche e faunistiche e le infrastrutture viarie e ferroviarie a ridosso della riva attuale.



Le categorie di "beni" vulnerabili sono rappresentate dalle attività economiche connesse al turismo balneare, le molte aree SIC costiere, le dune costiere, le pinete e le specie floristiche e faunistiche pregiate presenti lungo una consistente parte del litorale italiano, le infrastrutture viarie (strade e autostrade) e ferroviarie a ridosso dalla riva attuale. A questi elementi a rischio si aggiunge la presenza di attività agricole nelle piane costiere (ad esempio Piana di Fondi) e di allevamenti ittici tipicamente collocati nelle zone di transizione (ad esempio sacca di Goro).

¹⁵ Fonte: Raicich, F. "Scenari di sea level rise nel Mediterraneo", presentato al workshop "Cambiamenti climatici e rischio costiero" 27-28 giugno 2007, Palermo



L'impatto dei cambiamenti climatici sui processi di desertificazione

Per quanto riguarda gli impatti sul territorio, i *trend* climatici in atto e quelli prospettati vanno ad aggiungersi ad altri fattori di pressione collegati al sovrasfruttamento e alla gestione insostenibile delle risorse del suolo, come le pratiche colturali, l'allevamento del bestiame, la gestione delle risorse idriche, nell'accentuare la sensibilità ambientale alla desertificazione non solo nelle aree aride, semi aride e subumide secche del globo, ma anche in altre aree soggette a carenze idriche e a condizioni di stress nella gestione del suolo. La desertificazione nelle sue forme più intense interessa oltre 100 paesi minacciando la sopravvivenza di più di un miliardo di persone. In Italia, anche se siccità e desertificazione sono fenomeni che non hanno la drammaticità di altre aree del pianeta, il fenomeno sta assumendo sempre più evidenza in almeno cinque regioni (Sardegna, Sicilia, Basilicata, Puglia e Calabria) e segnali negativi provengono anche da altre aree nelle regioni centro-settentrionali¹⁶. La valutazione dell'intensità e dell'estensione della desertificazione rappresentano un compito difficile per la mancanza di una metodologia univoca che possa essere adottata sia a livello globale sia regionale. Le stime variano in relazione alla metodologia di analisi utilizzata e vanno da una percentuale di aree vulnerabili pari a circa il 5,5% del territorio nazionale (carta preliminare realizzata dal Comitato Nazionale per la Lotta alla Desertificazione nell'ambito del processo di definizione del Programma di Azione Nazionale, 1999) a un 3% di aree ad alta sensibilità alla desertificazione e un 32% di aree a media sensibilità alla desertificazione (progetto *Desertification Information System for the Mediterranean*¹⁷ coordinato dall'UNCCD, in collaborazione con l'Agenzia Europea per l'Ambiente e la Fondazione di Meteorologia Applicata, 2004).

Le pressioni sul sistema climatico

Pur senza trascurare gli effetti di fenomeni naturali come la variabilità dell'intensità della radiazione solare, la stragrande maggioranza della comunità scientifica è convinta che "ci sono elemen-

I processi di desertificazione sono legati ai trend climatici in atto e al sovrasfruttamento e alla gestione insostenibile delle risorse del suolo.

Gran parte del riscaldamento osservato negli ultimi 50 anni è attribuibile alle attività umane.

¹⁶ APAT (2006). *Annuario dei Dati Ambientali*, edizione 2006

¹⁷ <http://dismed.eionet.eu.int>



Dal 1990 al 2005 le emissioni di gas serra in Italia sono passate da 516,9 a 579,6 Mt CO₂ eq, con un incremento del 12,1%. L'Italia in base al Protocollo di Kyoto dovrebbe riportare le proprie emissioni nel periodo 2008-2012 a livelli del 6,5% inferiori rispetto alle emissioni del 1990, ossia a 483,26 Mt CO₂ eq.

ti nuovi e più significativi” per ritenere che “gran parte del riscaldamento osservato negli ultimi 50 anni sia attribuibile alle attività umane¹⁸”, tali risultati sono stati ampiamente confermati dal recente Quarto Rapporto sui Cambiamenti Climatici dell'IPCC.¹⁹ Per quanto riguarda la CO₂, il principale gas serra, la concentrazione atmosferica media globale di anidride carbonica è cresciuta da 280 ppm nel periodo 1000-1750 a 379 ppm nel 2005, in corrispondenza di una crescita delle emissioni di anidride carbonica da circa zero a 26,6 miliardi di tonnellate, tenendo conto esclusivamente delle emissioni provenienti dai processi di combustione²⁰. Anche per altri gas serra, come il metano, il protossido di azoto e i fluorocarburi, si registrano andamenti analoghi, se non ancora più accentuati.

L'Italia non si sottrae a questo trend di crescita delle emissioni di gas serra: i dati più recenti dell'inventario nazionale mostrano, infatti, che le emissioni sono passate da 516,85 a 579,55 milioni di tonnellate di CO₂ eq nel periodo 1990-2005, con un incremento quindi del 12,1%, mentre secondo il Protocollo di Kyoto l'Italia dovrebbe riportare le proprie emissioni nel periodo 2008-2012 a livelli del 6,5% inferiori rispetto alle emissioni del 1990, ossia a 483,26 Mt CO₂ eq.

A livello globale l'Italia è responsabile di non più dell'1,74% delle emissioni complessive provenienti dall'uso dei combustibili fossili, risultando in nona posizione tra i dieci paesi con i maggiori livelli di emissioni di gas serra²¹.

Tra il 1990 e il 2005, le emissioni di gas serra in Italia sono cresciute complessivamente di 62,70 milioni di tonnellate di anidride carbonica equivalente. In questo periodo, si sono ridotte le emissioni dall'industria manifatturiera (-6,96 Mt CO₂eq), dall'agricoltura (-3,36 Mt CO₂eq) e dall'uso di solventi (-0,30 Mt CO₂eq), mentre sono aumentate quelle provenienti dai rifiuti (+1,41 Mt CO₂eq), dai processi industriali (+4,25 Mt CO₂eq), dal settore residenziale e dei servizi (+16,91 Mt CO₂eq) e, soprattutto, quelle provenienti dalle industrie energetiche (+23,24 Mt CO₂eq) e dai trasporti (+27,50 Mt CO₂eq). Nel 2005 si osserva una flessione delle emissioni rispetto all'anno precedente per i settori delle industrie manifatturiere (-4,73% pari a 4,15 Mt CO₂eq) e dei traspor-

¹⁸ IPCC (2001). *Climate Change 2001 - Synthesis Report*

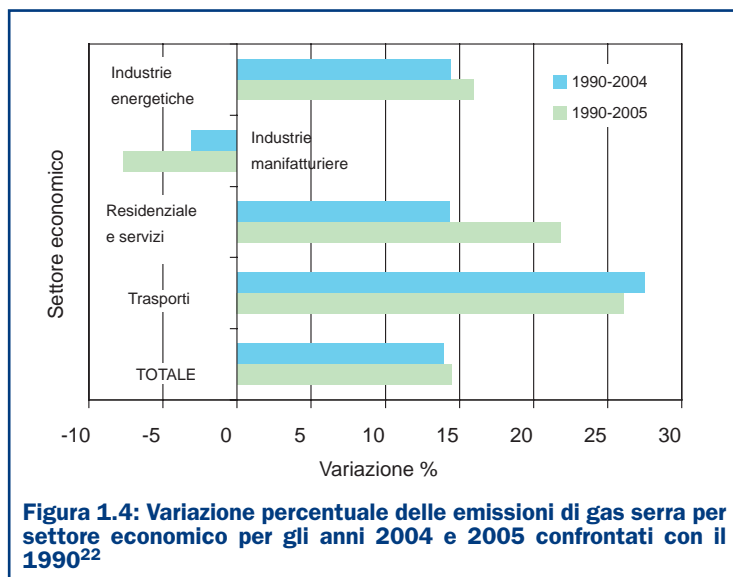
¹⁹ IPCC (2007). *Climate Change 2007 - WG-I, WG-II, WG-III, Technical summary*

²⁰ IEA (2006). *CO₂ emissions from fuel combustion, 1971-2004*

²¹ IEA (2006). *CO₂ emissions from fuel combustion, 1971-2004*



ti (-1,07%; 1,44 Mt CO₂eq), tali riduzioni, tuttavia, sono annullate dall'incremento delle emissioni dalle industrie energetiche (+1,30%; 2,17 Mt CO₂eq) e soprattutto dal settore residenziale e dei servizi (+6,50%; 5,77 Mt CO₂eq). Complessivamente, per i processi energetici si registra nel 2005 un incremento delle emissioni rispetto al 2004 pari allo 0,49% (2,34 Mt CO₂eq).



Dal 1990 al 2005 le emissioni di gas serra in Italia sono passate da 516,9 a 579,6 Mt CO₂ eq, con un incremento del 12,1% (62,70 Mt CO₂ eq).

Sono aumentate le emissioni provenienti dai rifiuti, dai processi industriali, dal settore residenziale e dei servizi e, soprattutto, quelle provenienti dalle industrie energetiche e dai trasporti, mentre, si sono ridotte le emissioni delle industrie manifatturiere.

A causa della crescita delle emissioni dalle industrie energetiche e dai trasporti, l'Italia non sarà prevedibilmente in condizione di raggiungere l'obiettivo di Kyoto con sole misure domestiche, e dovrà fare ricorso ai crediti generati dalle attività forestali e dagli interventi di cooperazione internazionale (*Clean Development Mechanism, Joint Implementation*) definiti dal Protocollo di Kyoto. Nel 2005 le emissioni di gas serra risultavano poco più di 96 Mt superiori a quelle dell'obiettivo di Kyoto (circa +20%).

²² Fonte: APAT



L'Italia in base al Protocollo di Kyoto dovrebbe riportare le proprie emissioni nel periodo 2008-2012 a livelli del 6,5% inferiori a quelli del 1990, ossia a 483,26 Mt CO₂ eq. Nel 2005 le emissioni di gas serra risultavano di poco più di 96 Mt superiori a quelle dell'obiettivo di Kyoto (circa + 20%).

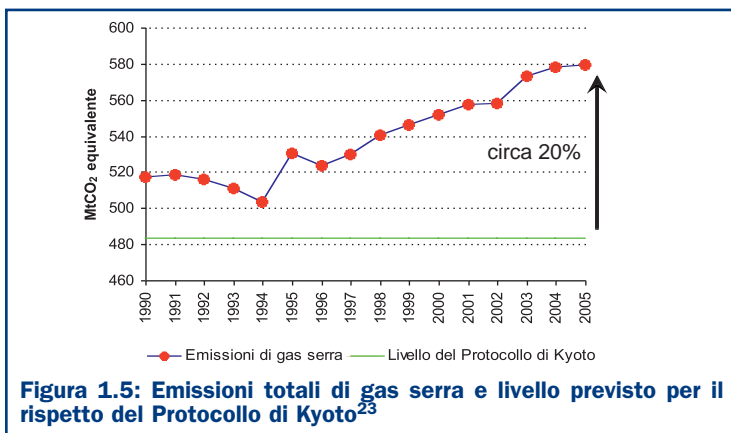


Figura 1.5: Emissioni totali di gas serra e livello previsto per il rispetto del Protocollo di Kyoto²³

Nel contesto europeo (EU15) la maggior parte dei Paesi, compresa l'Italia, non è in linea con gli obiettivi fissati dal Protocollo di Kyoto. In linea con tali obiettivi è la Germania, mentre Regno Unito, Finlandia, Francia e Svezia nel 2005 hanno ridotto le emissioni oltre gli obiettivi fissati per il periodo 2008-2012.

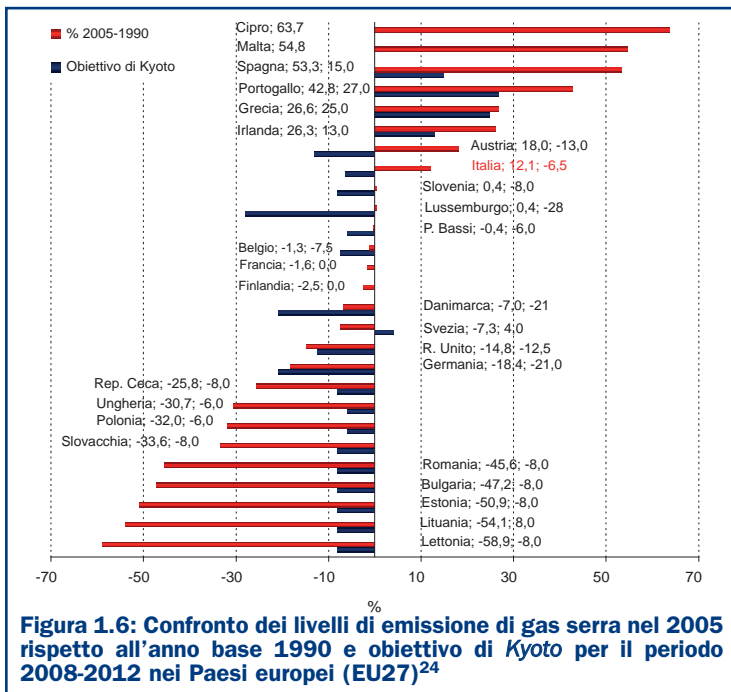


Figura 1.6: Confronto dei livelli di emissione di gas serra nel 2005 rispetto all'anno base 1990 e obiettivo di Kyoto per il periodo 2008-2012 nei Paesi europei (EU27)²⁴

²³ Fonte: APAT

²⁴ Fonte: Elaborazione APAT su dati UNFCCC



Nel contesto europeo (EU15) è evidente come la gran parte dei Paesi non sia in linea con gli obiettivi fissati dal Protocollo di Kyoto. In linea con tali obiettivi è la Germania, mentre Regno Unito, Finlandia, Francia e Svezia nel 2005 hanno ridotto le emissioni oltre gli obiettivi fissati per il periodo 2008-2012.

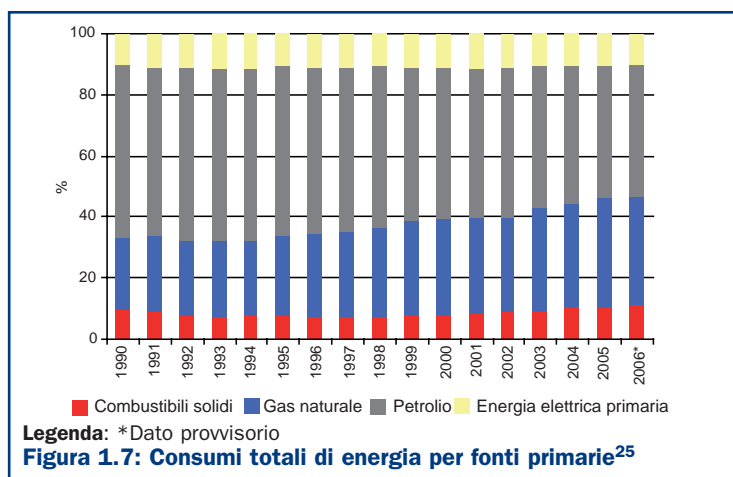
I Paesi di nuova accessione (tranne la Slovenia) hanno in genere ridotto le proprie emissioni ben al di là degli obiettivi di Kyoto. Cipro e Malta, non inclusi nell'Allegato I della Convenzione quadro sui cambiamenti climatici (come Paesi in via di sviluppo) non hanno obblighi di riduzione delle emissioni.

Per il settore energetico, i dati più recenti mettono in evidenza, accanto alla conferma di alcune caratteristiche strutturali del sistema energetico nazionale, caratterizzato da prestazioni migliori della media europea in termini di intensità energetica e di rapporto tra i consumi finali e quelli totali di energia, anche una serie di cambiamenti in atto negli approvvigionamenti, come la crescita del ruolo del gas naturale rispetto ai prodotti petroliferi, un tendenziale aumento del contributo delle fonti rinnovabili e della cogenerazione e, a partire dal 2001, una ripresa dei consumi di combustibili solidi il cui contributo alle fonti energetiche primarie (compresa energia elettrica primaria) è passato dall'8,57% del 2001 all'11,02% del 2006.

Nel contesto europeo (EU15) la maggior parte dei paesi non è in linea con gli obiettivi fissati dal Protocollo di Kyoto.

Il sistema energetico nazionale è caratterizzato da prestazioni migliori della media europea in termini di intensità energetica e di rapporto tra i consumi finali e quelli totali di energia, e da una serie di cambiamenti in atto negli approvvigionamenti.

All'interno del settore energetico è in atto una serie di cambiamenti negli approvvigionamenti, infatti, crescono i consumi di gas naturale rispetto ai prodotti petroliferi e il contributo delle fonti rinnovabili e della cogenerazione, e dal 2001 anche i consumi di combustibili solidi.

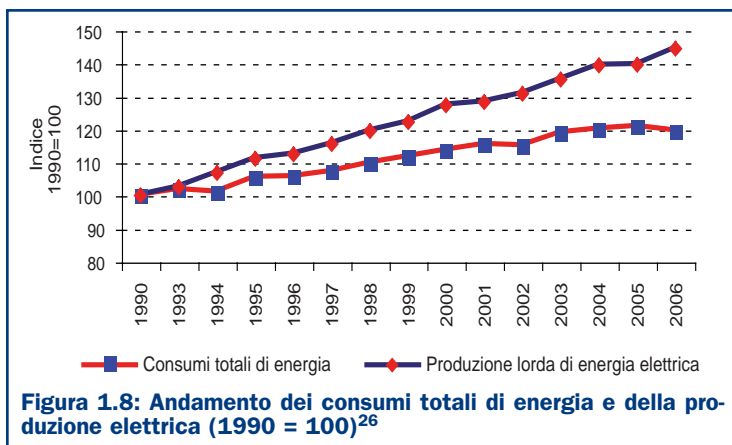


²⁵ Fonte: Elaborazione ENEA su dati del Ministero dello Sviluppo Economico



La dinamica del settore energetico è influenzata, oltre che dagli andamenti del mercato internazionale dei combustibili, anche dall'evoluzione dell'assetto normativo, con la liberalizzazione dei mercati energetici e l'introduzione di nuove forme di incentivazione della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, attraverso una quota minima di fonti rinnovabili per ciascun produttore di elettricità. Per quanto riguarda i consumi finali di energia, tra il 2002 e il 2005 si è registrato un significativo incremento nei settori terziario e residenziale (da 39,9 Mtep nel 2002 a 45,8 Mtep nel 2005), dovuto essenzialmente a fattori climatici, seguito nel 2006 da una flessione con un consumo finale di 44,4 Mtep. Questo andamento, insieme alla crescita limitata del PIL registrata negli ultimi anni, è alla base dell'incremento dell'intensità energetica totale tra il 2002 e il 2005 (+3,8%), seguito da una consistente riduzione nel 2006 (-2,9% tra 2005 e 2006; +0,7% tra il 2002 e il 2006). Tra il 1994 e il 2006, il tasso di crescita della produzione di energia elettrica è stato notevolmente maggiore di quello dei consumi totali di energia; particolarmente significativi, da questo punto di vista, sono i dati relativi al 2006. Tale risultato, se confermato, indica un ruolo crescente dell'elettricità come vettore energetico nel sistema energetico nazionale.

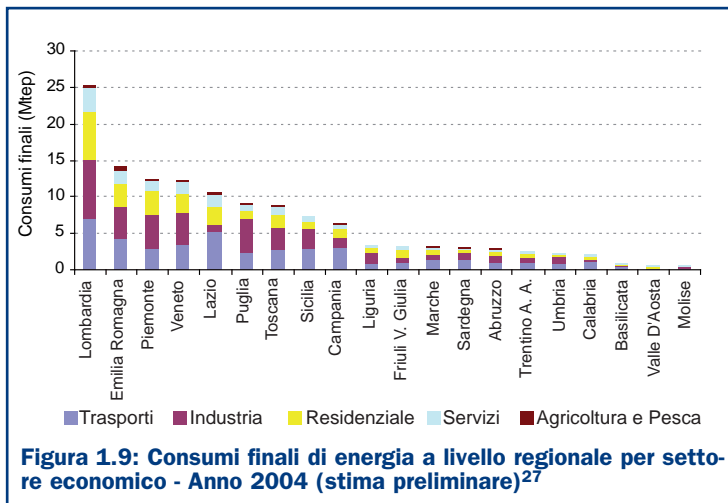
Tra il 1994 e il 2006, il tasso di crescita della produzione di energia elettrica è stato notevolmente maggiore di quello dei consumi totali di energia. Tale andamento, se confermato, indica un ruolo crescente dell'elettricità come vettore energetico nel sistema energetico nazionale.



²⁶ Fonte: Elaborazione APAT su dati del Ministero dello Sviluppo Economico e TERNA



I consumi finali di energia a livello regionale rivelano una struttura estremamente eterogenea del territorio nazionale. Le stime preliminari, relative al 2004, mostrano che la Lombardia consuma il 19,3% del totale nazionale; Emilia Romagna, Piemonte e Veneto si attestano intorno a una media del 9,8%; altre regioni come Lazio, Puglia e Toscana intorno a un valore medio del 7,2%. Queste sette regioni consumano, complessivamente, il 70,4% del totale italiano. Rispetto al totale, è significativo anche il peso della Sicilia (5,8%) e della Campania (4,9%).



I consumi energetici a livello regionale rivelano una struttura estremamente eterogenea del territorio nazionale.

La Lombardia consuma il 19% del totale nazionale. Solo sette regioni quali Lombardia, Emilia Romagna, Piemonte, Veneto, Lazio, Puglia, Toscana consumano complessivamente oltre il 70% del totale italiano.

Il sistema dei trasporti manifesta andamenti che vanno in controtendenza con la sostenibilità ambientale. La domanda di mobilità continua a crescere: nel periodo 1990-2006 la domanda di trasporto passeggeri è aumentata del 28,6%, mentre la domanda di trasporto merci cresce, nello stesso periodo, del 31,9%. La domanda di trasporto passeggeri continua a essere soddisfatta soprattutto dalla modalità di trasporto stradale, la meno efficiente dal punto di vista economico e ambientale. In particolare il trasporto stradale di natura privata (autovetture e motocicli) costituisce l'81,2% della domanda di trasporto passeggeri.

Nel periodo 1990-2006 la domanda di trasporto passeggeri è aumentata di quasi il 29%, mentre la domanda di trasporto merci circa del 32%.

²⁷ Fonte: Elaborazione APAT su dati ENEA



Nel periodo 1990-2006 la domanda di trasporto passeggeri è aumentata di quasi il 29%. Il trasporto stradale di natura privata nel 2006 costituisce l'81,2% (di cui solo le autovetture il 75,3%) della domanda di trasporto passeggeri.

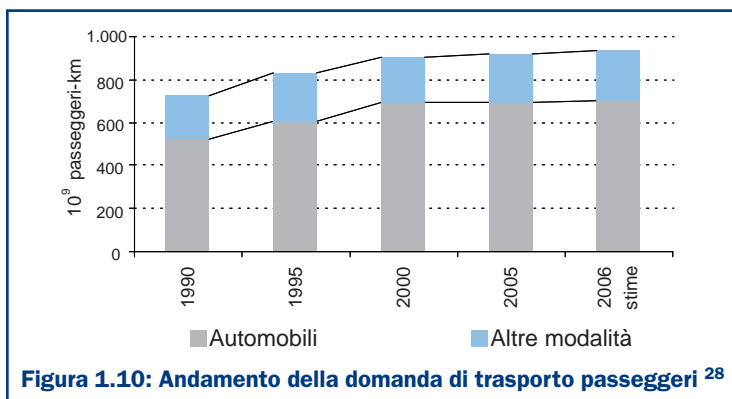


Figura 1.10: Andamento della domanda di trasporto passeggeri²⁸

Il trasporto merci sul territorio nazionale avviene prevalentemente tramite autotrasporto (54,9% nel 2006), mentre una quota consistente del trasporto è a carico di autovettori esteri (14,7%). Quest'ultimo dato appare particolarmente rilevante considerando un andamento di costante crescita dal 1995, quando la quota relativa di trasporto merci da autovettori esteri era pari a 3,8%. Il trasporto di merci per via marittima e per via ferroviaria rappresenta rispettivamente il 16,1% e il 9,9%, mentre il trasporto aereo costituisce un marginale 0,4% del trasporto totale. La domanda di trasporto merci presenta una crescita particolarmente rapida nel periodo 2003-2005, seguita da una contrazione nel 2006.

La domanda di trasporto di merci manifesta dal 1990 al 2005 una crescita di oltre il 30%, mentre i valori del 2006 mostrano una contrazione. Inoltre dalle stime del 2006 emerge che il trasporto merci sul territorio nazionale avviene prevalentemente su strada (69,6%) e le altre modalità, come il trasporto di merci per via marittima e per via ferroviaria rappresentano rispettivamente il 16% e il 10% del trasporto totale.

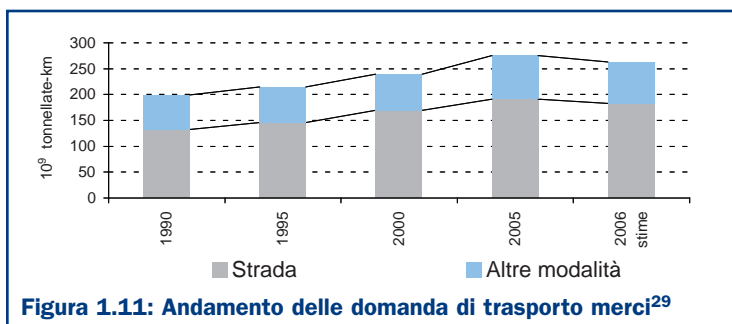


Figura 1.11: Andamento delle domanda di trasporto merci²⁹

²⁸ Fonte: Serie storiche ricalcolate da APAT con criteri omogenei su dati CNT e Federtrasporti, la serie storica del trasporto merci risente di variazioni nella metodologia di raccolta dati da parte ISTAT

²⁹ Ibidem



L'Italia si trova al secondo posto tra i Paesi europei, dopo il Lussemburgo, per il numero di autovetture circolanti in relazione alla popolazione residente, ma è prima per il numero di veicoli, tenendo conto anche dei motocicli e dei veicoli commerciali; a livello mondiale, solo gli USA hanno un tasso di motorizzazione più elevato, se espresso in veicoli per abitante.

Le misure di risposta

Le principali misure di risposta sono relative alla mitigazione (ossia alla riduzione delle emissioni di gas serra) e all'adattamento ai cambiamenti climatici in atto. Le misure di mitigazione e di adattamento possono essere tra loro complementari, sostituibili o indipendenti. Dalle recenti valutazioni di IPCC appare evidente che "con le attuali politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici e le relative pratiche di sviluppo sostenibile, le emissioni globali di gas serra continueranno a crescere durante i prossimi decenni"³⁰. Pertanto, indipendentemente dalle misure mitigative adottate, saranno richieste misure di adattamento a causa di questa inerzia del sistema climatico e dei cambiamenti già in corso. Tuttavia occorre considerare che, a causa di questa inerzia, i benefici delle misure di mitigazione adottate oggi potranno manifestarsi solo in un arco temporale medio lungo e che il futuro potenziale di tali misure è più elevato delle misure di adattamento che possiamo adottare oggi³¹.

Mitigazione

In ambito europeo, le misure di riduzione delle emissioni atmosferiche dal settore energetico già intraprese e da intraprendere dovranno iscriversi nel quadro politico recentemente definito dal Consiglio europeo dell'8-9 marzo 2007 che ha fissato per l'Unione Europea i seguenti obiettivi per il 2020:

- a) riduzione delle emissioni di gas serra del 20% rispetto al 1990;
- b) contributo del 20% delle fonti rinnovabili al consumo totale di energia;
- c) riduzione del 20% dei consumi energetici rispetto alle proiezioni;

Le principali misure di risposta sono relative alla mitigazione (ossia alla riduzione delle emissioni di gas serra) e all'adattamento ai cambiamenti climatici in atto.

Il quadro politico definito dal Consiglio europeo per l'UE i seguenti obiettivi per il 2020:

- riduzione delle emissioni di gas serra del 20% rispetto al 1990;
- contributo del 20% delle fonti rinnovabili al consumo totale di energia;
- riduzione del 20% dei consumi energetici rispetto alle proiezioni;
- contributo del 10% di biocarburanti per il trasporto.

³⁰ IPCC (2007). *Climate Change 2007 – WG-III, Summary for policymakers*

³¹ IPCC (2007). *Climate Change 2007 – WG-III, Technical summary*



A livello nazionale, si segnala il ruolo crescente della cogenerazione, che consente di incrementare l'efficienza di conversione dell'energia disponibile nelle fonti primarie.

L'incremento medio annuo di produzione elettrica, dal 1997 al 2006, è circa 6.480 GWh/anno e 6.697 GWh/anno, rispettivamente per la produzione termoelettrica con cogenerazione e per la produzione termoelettrica totale, mentre la produzione di sola energia elettrica si mantiene pressoché costante nel periodo considerato. Tali dati segnalano che, dal 1997, il fabbisogno di nuova energia elettrica da impianti termoelettrici è prodotto quasi interamente in cogenerazione.

d) contributo del 10% di biocarburanti per il trasporto. In tal modo, insieme all'obiettivo di contrastare i cambiamenti climatici, si intende:

- 1) incrementare la sicurezza delle fonti energetiche;
- 2) assicurare la competitività dell'economia europea;
- 3) promuovere un'economia a basso contenuto di carbonio.

Inoltre, le Conclusioni della Presidenza del Consiglio europeo stabiliscono l'impegno a contenere l'aumento della temperatura media globale entro un valore massimo di 2°C rispetto ai livelli pre-industriali.

A livello nazionale, si segnala il ruolo crescente della cogenerazione, che consente di incrementare l'efficienza di conversione dell'energia disponibile nelle fonti primarie. Dal 1997, la quota di produzione termoelettrica netta con cogenerazione presenta un andamento parallelo alla produzione termoelettrica totale, l'incremento medio annuo di produzione elettrica, dal 1997 al 2006, è circa 6.480 GWh/anno e 6.697 GWh/anno, rispettivamente per la produzione termoelettrica con cogenerazione e per la produzione termoelettrica totale. La produzione di sola energia elettrica si mantiene pressoché costante nel periodo considerato. Tali dati mostrano che, dal 1997, il fabbisogno di nuova energia elettrica da impianti termoelettrici è prodotto quasi interamente in cogenerazione.

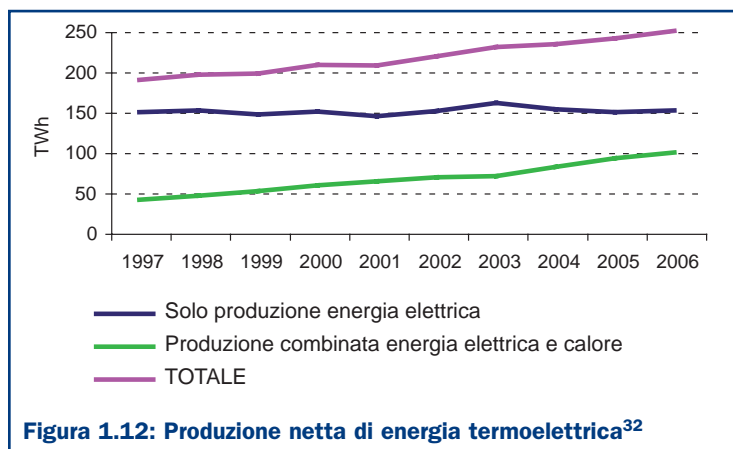


Figura 1.12: Produzione netta di energia termoelettrica³²

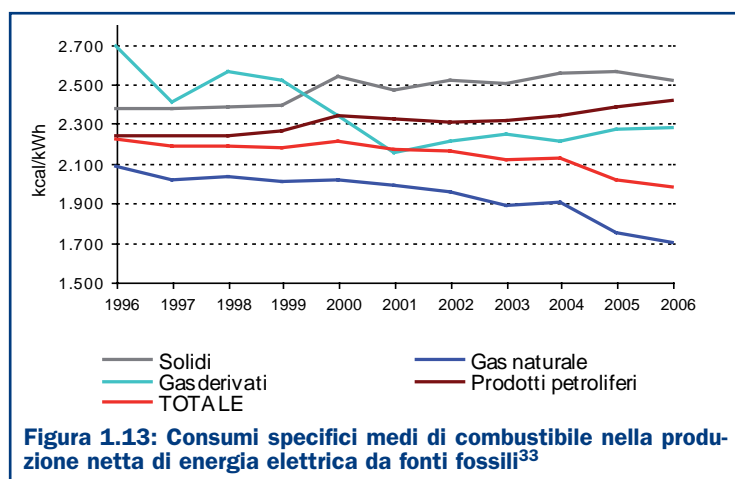
³² Fonte: Elaborazione APAT su dati TERNA



Dal punto di vista normativo, si segnala a questo proposito il recente recepimento della Direttiva 2004/8/CE che promuove la cogenerazione attraverso il D.Lgs. dell'8 febbraio 2007, n. 20.

Per quanto riguarda la *mix* delle fonti primarie, si sottolinea che il ruolo crescente del gas naturale nella produzione termoelettrica influenza in termini positivi il *trend* delle emissioni di gas serra. Ciò è dovuto, oltre che al valore più basso del fattore di emissione del gas naturale rispetto a quello delle altre fonti primarie, anche alla maggiore efficienza dei cicli combinati alimentati a gas naturale rispetto ai cicli a vapore tradizionali. Nel periodo 1996-2006 si registra una diminuzione del 18,7% dei consumi specifici medi di gas naturale per la produzione netta di energia elettrica. Anche per i gas derivati si registra nel 2006 una sensibile diminuzione dei consumi specifici, pari al 15,2% rispetto al 1996. Considerando tutti i combustibili utilizzati per la produzione elettrica il consumo specifico medio diminuisce del 10,6% (-1,8% tra il 2005 e il 2006). Il consumo specifico medio per la produzione elettrica riferito a tutti i combustibili risente dell'utilizzo dei prodotti petroliferi e del combustibile solido che hanno minore efficienza rispetto ai combustibili gassosi, infatti, nel periodo considerato, i consumi specifici medi dei prodotti petroliferi e del combustibile solido aumentano rispettivamente del 8,2% e 6,1%.

Il ruolo crescente del gas naturale nella produzione termoelettrica influenza in termini positivi il trend delle emissioni di gas serra.



Nel periodo dal 1996 al 2006 si ha una diminuzione del 18,7% dei consumi specifici medi di gas naturale e una diminuzione dei gas derivati del 15,2%. In generale per la produzione elettrica il consumo specifico medio diminuisce del 10,6%. A fronte di un aumento dei prodotti petroliferi e del combustibile solido rispettivamente del 8,2% e 6,1%.

³³ Fonte: Elaborazione APAT su dati TERNA



In base alla Direttiva 2006/32/CE, l'obiettivo nazionale indicativo globale di risparmio energetico è pari al 9% entro il 2016.

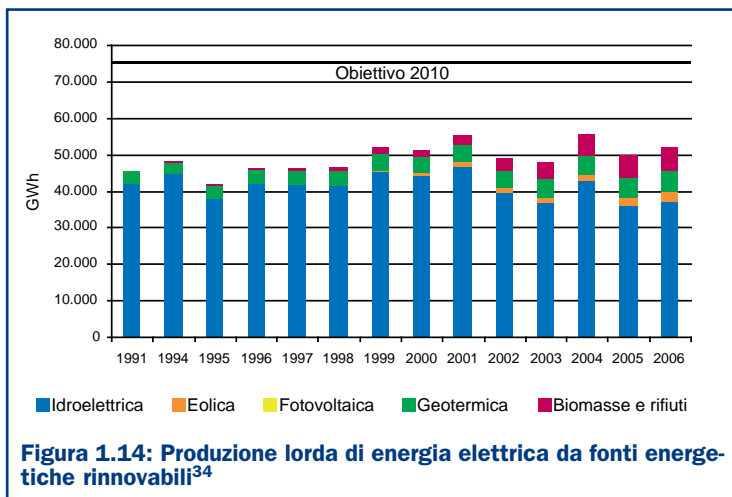
La produzione elettrica da fonti rinnovabili rappresenta il 16,7% della produzione elettrica totale.

Nonostante l'incremento di utilizzo delle fonti rinnovabili non tradizionali negli ultimi anni, i dati relativi all'andamento della produzione elettrica da fonti rinnovabili non è adeguato al raggiungimento dell'obiettivo, previsto dalla Direttiva 2001/77/CE, di circa 75 TWh entro il 2010.

A livello regionale emerge una notevole eterogeneità nelle fonti energetiche rinnovabili utilizzate. L'energia idroelettrica, concentrata nelle regioni dell'arco alpino, costituisce quasi il 71% dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili.

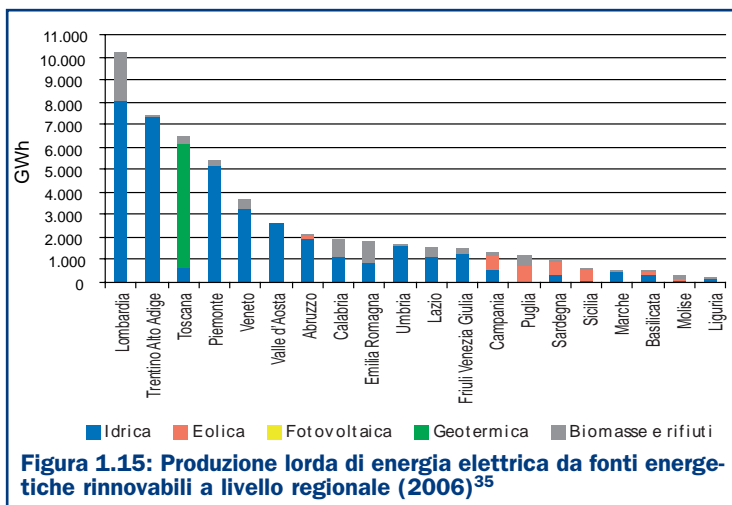
Sul fronte dell'efficienza energetica negli usi finali, la Direttiva 2006/32/CE fissa gli obiettivi per gli Stati membri per l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici. L'obiettivo nazionale indicativo globale di risparmio energetico è pari al 9% entro il nono anno di applicazione della Direttiva (2016). Secondo quanto previsto dall'art. 4 gli Stati membri dovranno adottare misure efficaci al conseguimento di detto obiettivo; in ottemperanza alla direttiva il Ministero dello Sviluppo Economico ha presentato nel luglio 2007 il Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica, che individua una serie di azioni che permetteranno di risparmiare il 9,6% di energia nel 2016 rispetto alla media dei consumi energetici dal 2001 al 2005.

La produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili si attesta nel 2006 intorno a 52,2 TWh a fronte di una produzione elettrica totale pari a 313,1 TWh. La produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili costituisce quindi il 16,7% della produzione elettrica totale. L'andamento della produzione complessiva è caratterizzato dalle fluttuazioni annuali del contributo dell'energia idroelettrica, legate alle condizioni meteorologiche, e dalla crescita del contributo delle fonti non tradizionali (eolico, geotermico, biomasse e rifiuti). Negli ultimi anni (1997-2006), è particolarmente evidente l'incremento della produzione di elettricità dal vento (da 117,8 a 2.970,7 GWh nel periodo 1997-2006), e dalle biomasse/rifiuti (da 820,3 a 6.744,6 GWh) e anche, seppure in misura minore, di quella di origine geotermica (da 3.905,2 a 5.527,4 GWh). Il contributo del fotovoltaico rimane a livelli trascurabili (2,3 GWh nel 2006, questo dato deve tuttavia tener conto della produzione elettrica dai tetti fotovoltaici non censiti nelle statistiche del settore elettrico che nel 2005 hanno prodotto 31 GWh). Nonostante l'incremento di utilizzo delle fonti rinnovabili degli ultimi anni, i dati relativi all'andamento della produzione elettrica da tali fonti non risulta adeguato al raggiungimento dell'obiettivo di circa 75 TWh entro il 2010 in base alla Direttiva 2001/77/CE. A livello regionale emerge una notevole eterogeneità nelle fonti energetiche utilizzate. L'energia idroelettrica, concentrata nelle regioni dell'arco alpino, costituisce il 70,8% dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili. L'utilizzo di energia geotermica è limitato alla Toscana che da sola costituisce il 10,6% dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili. Le biomasse rappresentano il 12,9% sul totale, mentre da parte di eolico e fotovoltaico si registra una quota di energia elettrica pari al 5,7% rispetto alla produzione elettrica da fonti rinnovabili, tale produzione avviene



La produzione elettrica da fonti rinnovabili rappresenta il 16,7% della produzione elettrica totale. Dal '97 è evidente l'incremento di produzione elettrica dal vento (da 117,8 a 2.970,7 GWh nel periodo 1997-2006) e da biomasse/rifiuti (da 820,3 a 6.744,6 GWh) e anche, seppure in misura minore, da fonte geotermica (da 3.905,2 a 5.527,4 GWh). Ma nonostante l'incremento rilevato negli ultimi anni, i dati relativi all'andamento della produzione elettrica da tali fonti non risulta adeguato al raggiungimento dell'obiettivo previsto dalla Direttiva 2001/77/CE, di circa 75 TWh entro il 2010.

quasi totalmente nelle regioni meridionali e insulari (99,1%). Tra gli sviluppi normativi più recenti per le fonti rinnovabili, in particolare per il fotovoltaico, è di particolare interesse il DM del 19 febbraio



A livello regionale emerge una notevole eterogeneità nelle fonti energetiche rinnovabili utilizzate. La produzione elettrica da fonti rinnovabili avviene prevalentemente dall'idroelettrico concentrato sull'arco alpino (70,8%), mentre la produzione da eolico e fotovoltaico proviene dalle regioni meridionali e insulari (99,1%).

³⁴ Fonte: Elaborazione APAT su dati TERNA

³⁵ *Ibidem*



Gli effetti delle misure tecnologiche nei trasporti sono controbilanciati dalla crescita della domanda di trasporto, soprattutto stradale.

Tra il 1990 e il 2005, lo stock di carbonio delle foreste italiane è cresciuto del 58% dovuto principalmente all'espansione delle superfici forestali.

io 2007 con cui sono stati stabiliti nuovi criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici. Il provvedimento consentirà di allineare l'Italia agli altri Paesi europei all'avanguardia nel settore e di eliminare parte delle lungaggini burocratiche, che avevano appesantito il vecchio "Conto Energia". Per il settore dei trasporti, si registra un costante incremento del consumo di combustibili dal 1990 al 2004 (+27,0% rispetto al 1990) seguito da un lieve decremento nel 2005 (-1,5% rispetto al 2004). La quota utilizzata di carburanti a minor impatto ambientale (gas naturale, GPL, biodiesel), rispetto al totale dei carburanti presenta un andamento irregolare passando dal 5,6% del 1990 al 4,8% del 2005, con un picco del 6,1% nel 1995.

La variazione percentuale del consumo di carburanti mostra come a fronte del costante incremento dei carburanti classici (benzina, diesel, ecc.) vi sia un andamento irregolare del consumo di gas naturale, GPL e biodiesel. In particolare, la quantità di carburanti a minor impatto consumati nel 2005 presenta un incremento del 7,9% rispetto a quella consumata nel 1990.

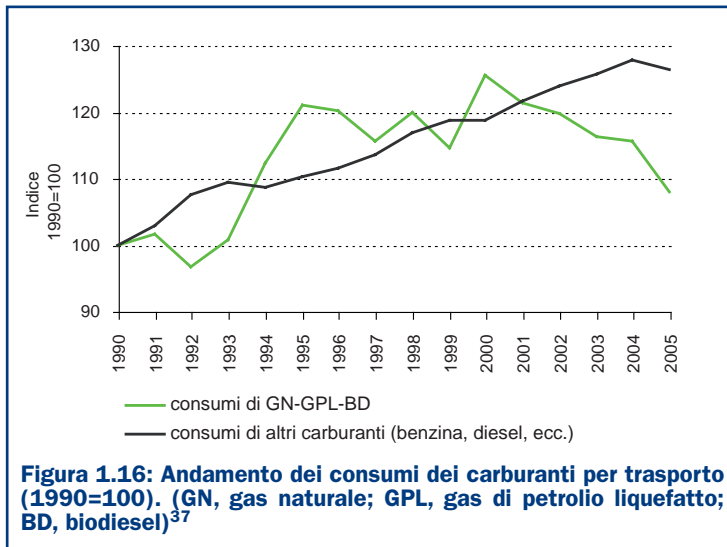
Dai dati disponibili è evidente che, per il settore dei trasporti, i limitati progressi legati all'adozione di misure tecnologiche relative all'efficienza dei motori sono controbilanciati, in Italia più ancora che negli altri Paesi europei, da una crescita della domanda di trasporto, soprattutto stradale, per cui l'impatto ambientale del settore dei trasporti continua a crescere. Per quanto concerne invece la qualità dei carburanti, si osserva come l'utilizzo di carburanti a minore impatto, oltre a essere marginale, sia suscettibile di notevole irregolarità e, in particolare, come dal 2000 vi sia stata una costante diminuzione della quota utilizzata rispetto al totale dei carburanti; il cambiamento di tendenza è prevalentemente dovuto alla riduzione delle vendite del GPL.

A fronte dell'incremento delle emissioni di gas serra provenienti dalle varie attività produttive e dai processi di deforestazione, una quantità importante di anidride carbonica è stata sottratta dall'atmosfera da parte della vegetazione, in particolare quella forestale, per quantità dell'ordine di 0,2 miliardi di tonnellate di carbonio nel periodo 1980-1989 e di 0,7 miliardi di tonnellate di carbonio nel periodo 1989-1998 a livello globale³⁶. In Italia, i differenti serbatoi forestali (biomassa epigea e ipogea, necromassa, lettiera e suolo) sono stati responsabili del sequestro di 15,6 mi-

³⁶ IPCC (2000). *Land-use, Land-use change and forestry*, IPCC Special Report



lioni di tonnellate di carbonio nel 1990 e 24,7 milioni di tonnellate di carbonio nel 2005, al netto delle perdite relative agli incendi, alle utilizzazioni naturali e alla mortalità della vegetazione.



L'utilizzo di carburanti a minore impatto è suscettibile di notevole irregolarità, in particolare dal 2000 vi è stata una costante diminuzione della quota utilizzata rispetto al totale dei carburanti.

Adattamento

Nel libro verde della Commissione europea (COM(2007)354) si richiama la dimensione globale dei cambiamenti climatici e si considerano i possibili danni per l'Europa e la necessità di adottare misure di adattamento. Secondo quanto affermato nel libro verde *“l'adattamento punta a ridurre il rischio e i danni derivanti dagli impatti negativi (presenti e futuri) del fenomeno in maniera efficace dal punto di vista economico oppure a sfruttare i potenziali benefici della situazione. Tra gli interventi possibili possiamo citare l'utilizzo più efficiente di risorse idriche scarse, l'adeguamento delle norme edilizie in vigore per far fronte alle future condizioni climatiche e ai fenomeni meteorologici estremi che potranno verificarsi in futuro, la costruzione di difese contro le inondazioni e l'innalzamento degli argini artificiali per combattere l'innalzamento del*

³⁷ Fonte: Elaborazione APAT su dati del Ministero dello Sviluppo Economico



Il rapporto Stern stima intorno all'1% del PIL globale il costo annuo degli interventi per limitare i cambiamenti climatici, a fronte di un costo che va dal 5% al 20% del PIL globale annuale in caso di mancato intervento.

Nel Manifesto per il clima e l'adattamento sostenibile è contenuto l'impegno alla definizione immediata di un Piano nazionale di adattamento e all'attuazione di 13 azioni prioritarie.

livello dei mari, lo sviluppo di colture resistenti alla siccità, la selezione di specie e di prassi silvicole meno sensibili alle precipitazioni violente e agli incendi e ancora l'elaborazione di piani territoriali e corridoi per favorire la migrazione delle specie.”

I rischi connessi ai cambiamenti climatici impongono una serie di azioni tempestive al fine di evitare o ridurre i costi dovuti all'assenza di intervento. Il recente rapporto Stern sugli aspetti economici dei cambiamenti climatici³⁸, commissionato dal governo britannico, ha messo in evidenza che l'entità economica di interventi tempestivi per limitare i cambiamenti climatici è stimabile intorno all'1% del PIL globale ogni anno a fronte di un costo che oscilla dal 5% al 20% del PIL globale annuale in caso di mancato intervento.

In tale contesto l'UE prevede una serie di azioni di adattamento da adottare tempestivamente al fine di evitare *“provvedimenti di adattamento non pianificati, magari all'improvviso per affrontare crisi e catastrofi sempre più frequenti, con costi molto più elevati e con possibili rischi per i sistemi sociali ed economici dell'Europa e per la sua stessa sicurezza.”*

Al termine della Conferenza Nazionale sui cambiamenti climatici, il Ministero dell'Ambiente e per la Tutela del Territorio e del Mare si è impegnato nella definizione di una strategia nazionale per l'adattamento sostenibile ai cambiamenti climatici e per la sicurezza del territorio entro il 2008.

Nel Manifesto per il clima³⁹, che rappresenta la sintesi dei lavori della Conferenza, sono stati definiti cinque punti programmatici. Nei cinque punti è ribadito l'impegno per l'Italia al rispetto degli accordi internazionali, in primo luogo il Protocollo di Kyoto, e l'impegno a procedere alle ulteriori riduzioni delle emissioni di gas serra indicate dall'Unione Europea, pari al 20% entro il 2020 e al 60% entro il 2050. Si sottolinea, inoltre, la necessità di *“coordinare le misure di mitigazione con quelle di adattamento al cambiamento climatico, integrando da subito queste ultime nelle politiche settoriali di sviluppo economico, nella legislazione e nei programmi di finanziamento delle grandi opere”*.

Particolare rilievo assume l'impegno *“alla definizione immediata*

³⁸ Stern N. (2006). *STERN REVIEW: The Economics of Climate Change*

³⁹ Conferenza Nazionale Cambiamenti Climatici (2007), *Manifesto per il clima – Un new deal per l'adattamento sostenibile e la sicurezza ambientale*, Roma 12-13 settembre 2007



di un Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici”, che coinvolga le istituzioni a tutti i livelli e le parti sociali in un processo che, tenendo conto delle Convenzioni internazionali (Convenzione sulla diversità biologica e Convenzione sulla lotta contro la desertificazione, entrambe del 1994), consideri le migliori strategie di intervento per la difesa del suolo, la gestione integrata delle coste, l’adattamento del turismo in Italia e la gestione delle risorse idriche.

Per quel che concerne le 13 azioni prioritarie per l’adattamento sostenibile identificate al termine della Conferenza, alcune di queste fanno riferimento alle modalità di produzione e di consumo di energia, all’utilizzo efficiente delle risorse idriche e del territorio. In particolare, si sottolinea l’importanza di incentivare il risparmio energetico e delle risorse idriche e di provvedere ad azioni di gestione sostenibile del territorio in relazione ai cambiamenti climatici, esortando ad azioni di messa in sicurezza nel caso delle coste italiane. È inoltre necessario attrezzarsi, dal punto di vista sanitario, inserendo nelle strategie sanitarie la variabile dei rischi collegati al clima. Altro aspetto di particolare rilievo appare la necessità di avere maggiore conoscenza delle criticità connesse ai cambiamenti climatici.

Ogni risposta ai cambiamenti climatici comporta il superamento di una serie di ostacoli di carattere conoscitivo e culturale. L’incertezza insita nei sistemi complessi, quale è il sistema climatico, è ancor più accentuata dalla scarsa disponibilità di molti parametri ambientali. Inoltre, occorre promuovere uno spostamento nella percezione temporale degli effetti delle scelte di sviluppo che dovranno avere un orizzonte di decenni.

Alcune misure di adattamento (ad esempio costruzione di difese contro le inondazioni, innalzamento di argini artificiali per contrastare l’innalzamento del livello dei mari) comportano interventi diretti sulle matrici ambientali, le cui conseguenze vanno attentamente valutate. L’adattamento compete inoltre con la mitigazione per quanto riguarda l’allocazione delle risorse; in realtà, adattamento e mitigazione sono complementari e, anzi dovrebbero essere considerati come due aspetti di un’unica risposta integrata alla minaccia dei cambiamenti climatici. Il mix ottimale tra adattamento e mitigazione va determinato sulla base di considerazioni economiche, basate ad esempio sull’analisi costi-benefici, che non trascurino tuttavia gli aspetti inerenti alla sostenibilità dello

Adattamento e mitigazione sono complementari e, anzi, dovrebbero essere considerati come due aspetti di un’unica risposta integrata alla minaccia dei cambiamenti climatici.



sviluppo e ai temi etici che questo concetto implica, in particolare per quel che concerne le generazioni future.

In ogni caso, per ciascun settore economico e produttivo, sono disponibili misure di mitigazione che, coniugando capacità mitigativa e adattiva, possono non solo contribuire alla riduzione delle emissioni di gas serra, ma anche aumentare la resilienza dei sistemi naturali e umani alle conseguenze dei cambiamenti climatici, oltre a proteggere il capitale naturale, prevenire i danni ai sistemi umani e favorire lo sviluppo sostenibile.