

3.6 I cambiamenti climatici

Se negli anni '70 nasceva la consapevolezza della tendenza all'aumento della temperatura media globale, nel 2000 il Gruppo intergovernativo sul cambiamento del clima (IPCC) ribadiva che il clima terrestre si sta facendo più caldo e che una delle cause principali di tale riscaldamento sono le attività umane, in particolare le emissioni di gas serra.

Le conseguenze che deriveranno dai cambiamenti del clima si differenzieranno nelle varie regioni del globo: i più vulnerabili risulteranno i Paesi in via di sviluppo, per i quali vengono ipotizzate carestie più frequenti ed una generalizzata minor disponibilità di cibo; nei Paesi industrializzati sono previsti eventi estremi più intensi e frequenti, modificazioni del ciclo idrologico e della disponibilità di acqua, effetti sugli ecosistemi e sulla salute umana.

Per tutta l'Europa meridionale si prevedono modificazioni del clima che porteranno all'incremento della temperatura in tutti i periodi dell'anno, alla riduzione delle precipitazioni estive, alla maggior frequenza ed intensità delle forti precipitazioni; a tali cambiamenti climatici potrebbero corrispondere una minor disponibilità di risorse idriche, un maggior rischio di alluvioni, il deterioramento della qualità dei suoli, una maggior frequenza degli incendi, la crescita dell'erosione del suolo e la perdita di aree umide nelle zone costiere.

Il Protocollo di Kyoto e le emissioni di gas serra

Il Protocollo di Kyoto, firmato nel dicembre 1997 durante la Terza Conferenza delle Parti (COP3) della *Convenzione Quadro delle*

Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC), rappresenta lo strumento attuativo della UNFCCC approvata a New York il 9 maggio 1992.

Mentre la Convenzione Quadro rappresenta un accordo internazionale per contrastare e ridurre al minimo gli effetti negativi dei cambiamenti climatici sul nostro pianeta – tramite la stabilizzazione della concentrazione dei gas ad effetto serra – che non prevede impegni vincolanti per la riduzione delle emissioni di tali gas, il Protocollo di Kyoto rappresenta un impegno vincolante.

Con le rilevanti eccezioni di USA e Australia, nell'agosto del 2005 l'accordo era stato ratificato da 153 Paesi; le condizioni perché il Protocollo di Kyoto entri in vigore consistono nella ratifica da parte di almeno 55 nazioni, cui deve corrispondere almeno il 55% delle emissioni di gas serra prodotte a livello mondiale: tale condizione è stata raggiunta nell'ottobre 2004 con la ratifica da parte della Russia. Il Protocollo di Kyoto – sulla base del principio “comuni, ma differenziate responsabilità” – impegna i Paesi industrializzati e quelli ad economia in transizione ad una riduzione complessiva delle emissioni inquinanti dei principali gas ad effetto serra del 5,2% rispetto a quelle del 1990, nell'arco temporale 2008-2012. Per gli anni successivi al 2012, saranno negoziati nuovi obiettivi che potrebbero includere un numero di Paesi maggiore.

L'Italia ha assunto l'impegno di ridurre le emissioni nazionali di gas serra del 6,5% rispetto ai livelli del 1990, e ha approvato con la delibera CIPE del 19 dicembre 2002 un *Piano Nazionale* che descrive politiche e misure assunte per il rispetto del Protocollo.

Per il raggiungimento dei propri

obiettivi, i Paesi possono servirsi di strumenti di differente natura che intervengono sulle emissioni di gas a livello nazionale oppure transnazionale. Nell'ampio ventaglio di strumenti previsti, tre fanno capo ai cosiddetti meccanismi di flessibilità. Queste misure sono l'*Emissions Trading*, che consiste nella creazione di un mercato dei permessi di emissione fra i Paesi che hanno superato i propri obiettivi di riduzione e i Paesi che non li hanno raggiunti; la *Joint Implementation* (che consiste nella realizzazione di progetti per la riduzione delle emissioni da parte di un Paese in un altro Paese, e nell'utilizzo dei crediti derivanti

congiuntamente dai due Paesi) e il *Clean Development Mechanism*, o meccanismo di realizzazione di progetti ambientalmente e socialmente utili in Paesi in via di sviluppo a fronte di crediti di emissione per i Paesi promotori. La Convenzione Quadro prevede anche l'attivazione dell'inventario delle emissioni dei gas serra, strumento tecnico mediante il quale vengono periodicamente stimate le emissioni dei diversi inquinanti e valutati i risultati di riduzione in funzione degli obiettivi assunti con il Protocollo di Kyoto.

Le prime osservazioni relative al costante aumento del tasso di CO₂ nell'atmosfera risalgono all'inizio

Figura 3.43

Emissioni di gas serra come densità di CO₂ equivalente - 2001

Il valore di CO₂eq viene calcolato moltiplicando le emissioni di ogni gas per il rispettivo GWP, pari a 1 per la CO₂, 21 per il CH₄, 310 per l'N₂O e circa 1.300 per i gas fluorurati.

Le emissioni di gas serra in Lombardia sono attribuibili per l'83% all'anidride carbonica, per l'11% al metano e per il 6% al protossido d'azoto.

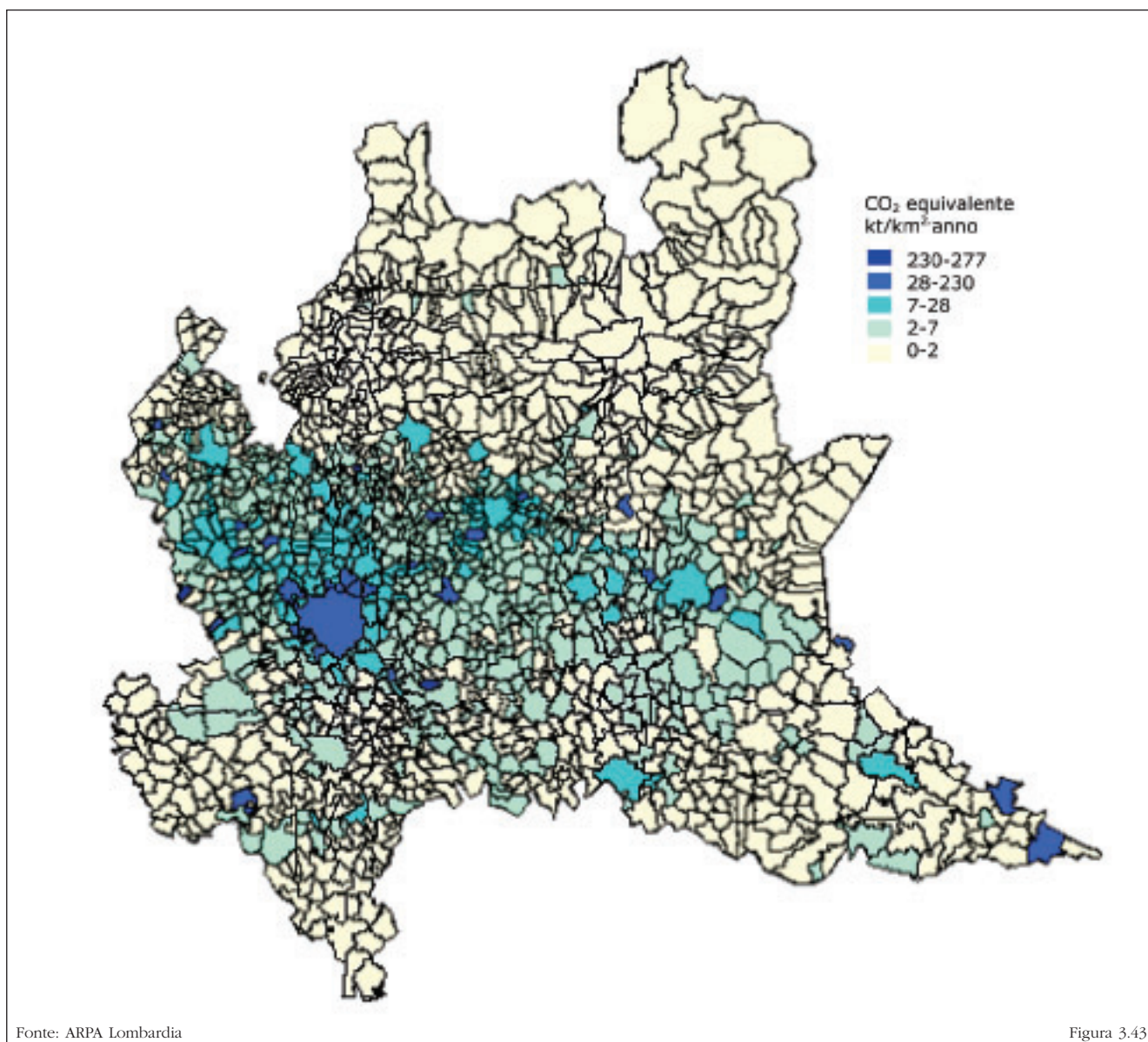


Figura 3.43

del secolo e attribuivano tale fenomeno all'accresciuta generazione di gas di combustione e di scarico, cui l'enorme effetto tamponante degli oceani non riusciva a contrapporsi.

Di conseguenza, la generale tendenza all'aumento della temperatura media riscontrato dalla fine dell'800 sino al 1940 è stato attribuito all'accresciuto effetto serra esercitato dalla CO₂.

Alle emissioni di questo gas è rivolta dunque l'attenzione maggiore sebbene rivestano un ruolo importante nei cambiamenti climatici anche il metano (CH₄), il protossido d'azoto (N₂O) e alcuni composti alogenati – quali l'es fluoruro di zolfo (SF₆), gli idrofluorocarburi (HFCs) e i perfluorocarburi (PFCs) – utilizzati nell'industria chimica, nella refrigerazione e nei condizionatori d'aria.

Per conteggiare le emissioni di tutti i gas serra in modo univoco si utilizzano fattori di pesatura che esprimono il potenziale di riscaldamento globale di ciascun inquinante in rapporto a quello dell'anidride carbonica: in CO₂ equivalente (CO₂eq) si esprimono quindi le emissioni totali di gas serra, pesate sulla base del loro contributo all'effetto serra attraverso il Global Warming Potential (GWP).

Le emissioni di gas serra in Lombardia – come stimate dall'inventario INEMAR (INventario EMISSIONI ARia) per l'anno 2001 – ammontano a circa 85.700 kt di CO₂ equivalente; le densità emissive maggiori si riscontrano nelle zone più industrializzate e densamente popolate della regione e i contributi maggiori alle emissioni derivano dai trasporti (23%), dal riscaldamento (21%) e dalla produzione di energia (19%); seguono, con contributi minori, l'agricoltura (9%), i processi industriali (5%) e la gestione dei rifiuti (4%).

Lo scioglimento dei ghiacciai

I ghiacciai costituiscono una riserva di acqua dolce accumulata in centinaia di anni: nell'Italia settentrionale essi liberano acqua nei momenti siccitosi e caldi, garantendo le portate dei fiumi di pianura.

Il ritiro dei ghiacciai è un processo in corso da oltre un secolo ma l'attuale ritmo di fusione dovuto ai cambiamenti climatici è particolarmente preoccupante. La fusione glaciale pone problemi di sicurezza a causa dell'apertura di crepacci, del crollo di pareti di ghiaccio e della destabilizzazione dei versanti; la fusione del *permafrost* – terreno ghiacciato presente a quote superiori a 2.500 m – trasforma in fanghiglia versanti apparentemente stabili e minaccia gli edifici o le opere per la protezione dalle valanghe realizzate in alta quota, e tutto l'ecosistema alpino risente di tali modificazioni.

Nel tempo, i ghiacciai risentono in misura sensibile di modificazioni climatiche anche lievi e rappresentano perciò un ottimo indicatore sia del cambiamento climatico generale sia degli effetti di quest'ultimo sugli ambienti naturali.

Osservazioni iniziate da oltre un secolo consentono di valutare l'impatto delle variazioni climatiche sui principali ghiacciai alpini lombardi: degli oltre 250 presenti nel 1913, almeno 50 si sono estinti nel corso del XX secolo, e la loro variazione di estensione è stata tale da far passare la superficie complessiva dagli

Tabella 3.6

Variazioni areali dei comprensori glaciali del Monte Confinale e Monte Sobretta

Dal confronto dei limiti glaciali delineati sulle immagini satellitari del 2004 con i limiti delineati nella Carta Tecnica Regionale del 1981 e nella cartografia DUSAF (derivata da fotointerpretazione delle riprese aeree del 1999), emergono notevoli arretramenti areali.

Anno	Ghiacciai Monte Confinale	Ghiacciai Monte Sobretta
1981	120 ha	135 ha
1999	107 ha	95 ha
2004	64 ha	63 ha

Fonte: ARPA Lombardia Tabella 3.6

oltre 119 km² del 1981 ai circa 100 km² del 1999.

Oltre alle misure sull'arretramento lineare e di riduzione areale, per il monitoraggio del fenomeno sono significative le informazioni sul bilancio di massa – che consente di valutare le variazioni di volume e di spessore che intervengono nell'intervallo di un anno idrologico – in quanto indicatore dell'inerzia termica dell'intero apparato glaciale.

Dal 2003 ARPA Lombardia sta monitorando in particolare le variazioni volumetriche e di spessore di tre ghiacciai lombardi: il Ghiacciaio dei Forni (Valfurva) e i due comprensori glaciali del Monte Sobretta e del Monte Confinale (Valfurva); questi ultimi sono dotati di caratteristiche peculiari che li rendono ancora più sensibili alle variazioni climatiche, essendo formati da ghiacciai vallivi o di circo di dimensioni ridotte. Al 2004, e rispetto al 1981, sul Ghiacciaio dei Forni si sono os-

servate notevoli variazioni riguardanti l'arretramento lineare, le perdite di spessore e la riduzione di volume; nei due comprensori del Monte Sobretta e del Monte Confinale sono state misurate riduzioni areali di circa il 50%.

La vegetazione: attore di mitigazione e recettore sensibile

La biosfera terrestre scambia grandi quantità di carbonio con l'atmosfera: le piante infatti utilizzano l'anidride carbonica nel processo fotosintetico; una quota dell'anidride carbonica così assorbita viene rilasciata con la respirazione delle piante mentre una grande quota resta fissata nella materia vivente vegetale, ma anche nella lettiera e nel suolo.

Le risorse forestali – ricoprendo circa il 30% della superficie terrestre – sono quindi un'immensa riserva di carbonio.

Il Protocollo di Kyoto riconosce alle foreste ed ai suoli agricoli un ruolo importante nella mitigazione dei cambiamenti climatici e suggerisce tre percorsi: la creazione di nuove foreste, la corretta gestione delle foreste esistenti e dei suoli agricoli nonché l'uso delle biomasse per la produzione di energia.

L'espansione delle nuove piantagioni forestali ha registrato una tendenza positiva grazie agli incentivi finanziari resi disponibili dalla Commissione Europea attraverso il Regolamento 2080/1992 destinato a ridurre le superfici agricole a produzione eccedentaria e, nel contempo, ad aumentare la naturalità del territorio. In Lombardia a tale azione è stata data continuità attraverso la Misura H del Piano di Sviluppo Rurale (PSR) 2000-2006: essa si prefigge di incrementare la superficie arborata soprattutto in pianura convertendo

Figura 3.44
Arretramento lineare e variazione di spessore nel Ghiacciaio dei Forni – 2003

Sul Ghiacciaio dei Forni si è osservato un arretramento lineare di 500 m rispetto al 1981; la perdita di spessore alle quote più elevate è dell'ordine dei 10-20 m, mentre in prossimità della lingua si raggiungono valori fino ai 70 m. Rispetto alla totalità dell'area del ghiacciaio (12,6 km²), lo spessore medio perso è risultato di 14,2 m, pari ad un volume di oltre 178 milioni di m³. Perdite maggiori si osservano alle quote più basse: sulla porzione terminale (di 5,4 km²), lo spessore medio perso è di 24,3 m, pari ad un volume di oltre 130 milioni di m³.

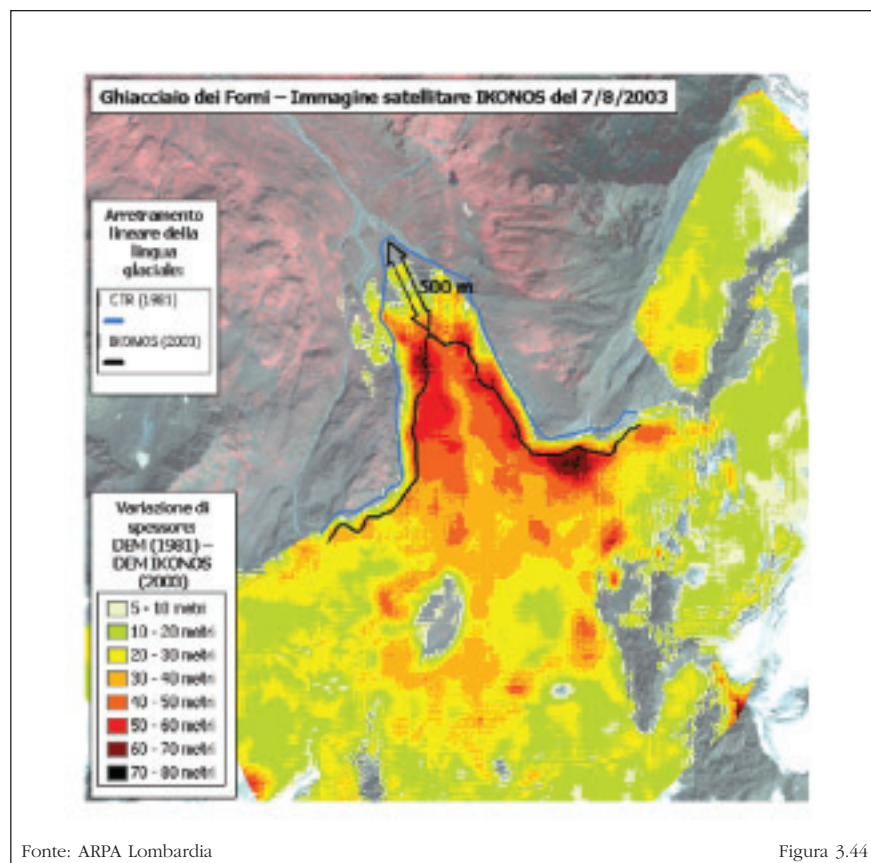


Figura 3.44

i terreni agricoli alla produzione di legname per la trasformazione industriale o per uso energetico, proteggendo e riqualificando nel contempo il territorio.

Rispetto ai 9.869 ettari di impianti fino ad oggi realizzati, il bosco vero e proprio interessa una superficie modesta (4,3%); esso, però, continuerà ad arricchire naturalisticamente e paesaggisticamente il territorio anche dopo la conclusione del periodo d'impegno. La corretta gestione delle foreste esistenti, dei suoli agricoli, dei prati e dei pascoli rientra nelle azioni che possono essere utilizzate per mantenere gli impegni nazionali di riduzione delle emissioni di gas serra (COP7, Marrakech – 2001). La quantità di carbonio fissata in foresta è legata sia ai ritmi di crescita degli alberi (massa epigea) sia a quelli dei sistemi radicali (massa ipogea) nonché al ruolo di serbatoio svolto dal suolo. Il ciclo del carbonio è soggetto a repentine variazioni che dipendono soprattutto dagli interventi a cui la foresta è sottoposta: nei boschi in periodico disequilibrio (ad esempio nei boschi cedui) viene stimolata una forte crescita per periodi limitati ma il suolo – esposto a rapide mineralizzazioni e frequente erosione – tende a ridurre la positività nel bilancio di accumulo. Per incrementare la quantità di carbonio stoccabile in foresta, quindi, i cicli lunghi dei boschi d'alto fusto sono preferibili a quelli dei boschi cedui; il bosco d'alto fusto, inoltre, assicura la conservazione del carbonio fissato dall'ecosistema in quanto il legno prodotto è destinato ad essere lavorato mentre il legno dei cedui (destinato perlopiù a combustione) restituisce in atmosfera in breve tempo il carbonio fissato, mantenendo il solo pregio di sostituire i combustibili fossili con biomassa

rinnovabile. In termini generali nella gestione dei boschi potranno essere ricomprese tutte le forme che portano ad un aumento della biomassa legnosa e non legnosa, ad esempio attraverso la riduzione del regime dei tagli, la conversione in bosco ad alto fusto, il diradamento con effetti incrementali, la lotta ai parassiti, il contenimento degli incendi.

Anche prati e pascoli – che rappresentano l'habitat di un'ampia varietà di specie animali e vegetali, incluse le forme selvatiche di molte piante coltivate per uso alimentare, ornamentale o medicinale – dipendono fortemente dalle modalità gestionali: l'intensità di pascolo o di taglio – così come la ricerca di una maggiore resa foraggera attraverso la concimazione o le semine – determinano sia la loro funzione in termini di assorbimento di anidride carbonica sia la loro importanza per la conservazione della biodiversità.

I pascoli di montagna sono ritenuti sensibili ai cambiamenti climatici e in particolare lo sono quelli posti fra il limite superiore del bosco e il piano nivale: in questa

Figura 3.45

Impianti di arboricoltura realizzati in Lombardia in base al Regolamento CEE 2080/1992

Afforestazione è il termine adottato dal Protocollo di Kyoto per indicare la realizzazione di nuove piantagioni forestali su terreni precedentemente non forestali. L'ampliamento delle superfici boschive attraverso l'imboschimento dei terreni agricoli era proprio l'obiettivo principale del Regolamento CEE 2080/1992, attraverso la cui applicazione sono stati afforestati complessivamente 25.096 ettari di territorio regionale.

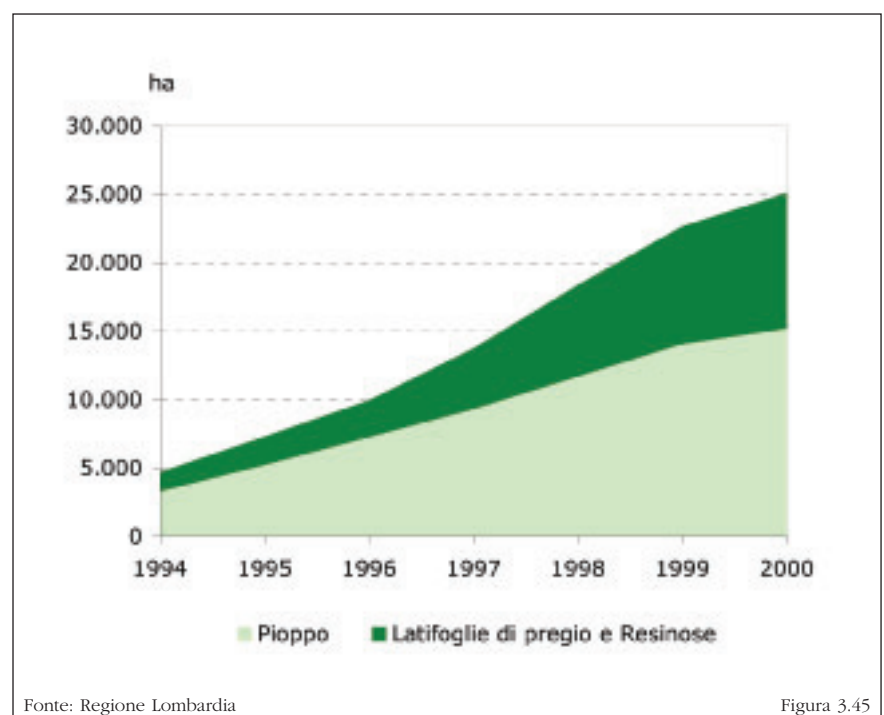
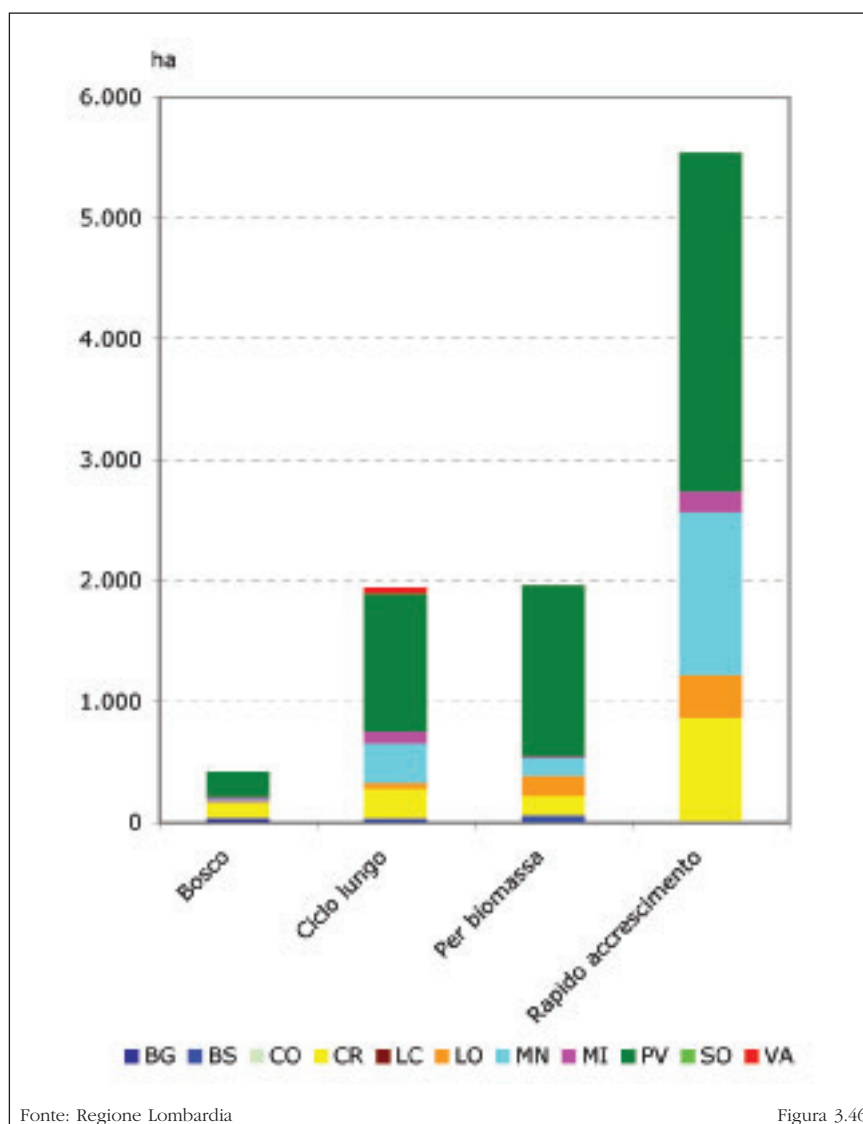


Figura 3.45

Figura 3.46

Impianti di arboricoltura realizzati attraverso il PSR Lombardia – 2005

La Misura H del Piano di Sviluppo Rurale 2000-2006 della Lombardia finanzia quattro diverse tipologie d'intervento: imboschimenti veri e propri (soprassuoli forestali naturaliformi), impianti di arboricoltura a ciclo medio lungo (legname da lavoro con assortimenti di pregio), impianti con specie arboree per la produzione di biomassa con ceduzione a turno breve (legname da lavoro o destinato ad uso energetico) ed impianti con specie arboree a rapido accrescimento, con turno minore a 15 anni (legname da lavoro). Ad agosto 2005 si sono conclusi i lavori di impianto dei bandi 2001-2004.



Fonte: Regione Lombardia

Figura 3.46

fascia altitudinale, ove i gradienti ecologici diventano molto marcati, aumenta notevolmente l'influenza della temperatura sui vegetali. Proprio per monitorare gli effetti dei cambiamenti climatici sulla vegetazione di alta montagna, a livello europeo è in atto il progetto GLORIA (Global Observation Research Iniziative in Alpine Environments): l'obiettivo principale è quello di comparare nel tempo i modelli di biodiversità lungo i gradienti verticali e orizzontali. Gli effetti dei cambiamenti climatici attesi con maggior frequenza sono l'estinzione di specie criofile e la migrazione delle specie termofile verso quote superiori. Ogni specie tende a rispondere in modo differente al cambiamento

microclimatico, in relazione alle proprie esigenze ecologiche: in tempi lunghi ciò esita in variazioni nella composizione floristica delle comunità vegetali.

L'agricoltura produttiva – che genera direttamente emissioni di gas serra attraverso l'allevamento zootecnico (CH_4) e l'uso di fertilizzanti (N_2O) – può contribuire alla mitigazione dei cambiamenti climatici non solo agendo sulle fonti emissive stesse ma anche adottando pratiche agricole che favoriscano il sequestro del carbonio nel suolo e ivi lo mantengano quali l'incremento delle colture intercalari, l'interramento dei residui colturali, l'adozione di tecniche di lavorazione conservativa del suolo o l'adozione di sistemi colturali

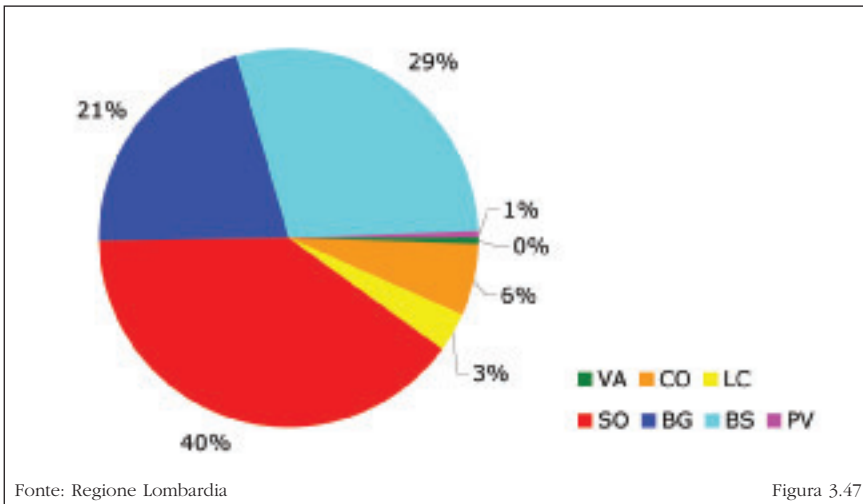


Figura 3.47

Superficie pascoliva della montagna lombarda – 2000

La superficie malghiva regionale destinata a pascolo è pari a 86.448 ha; la dislocazione altitudinale è compresa fra i 1.000 m s.l.m. (Lario Intelvese) e i 2.500 m s.l.m. (Alta Valtellina).

Ai fini dell'assorbimento di anidride carbonica finalizzata alla riduzione delle emissioni di gas serra, una delle scelte gestionali riguarda lo stadio di sviluppo dell'erba al quale vengono eseguiti i tagli per la fienagione.

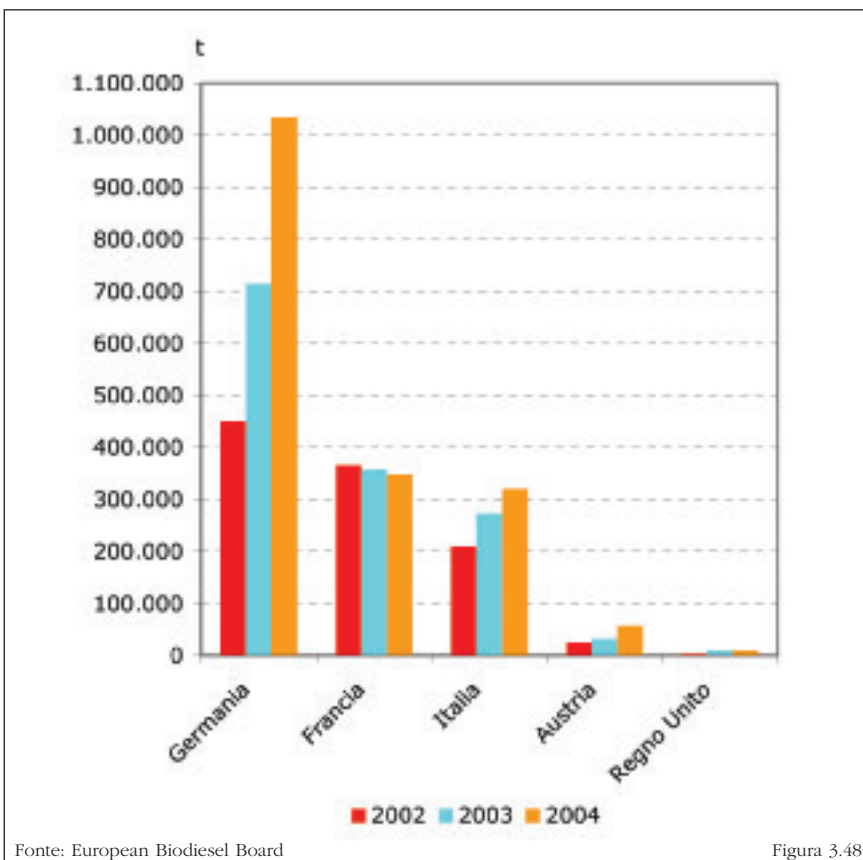


Figura 3.48

Produzione di biodiesel in alcuni Paesi europei

Studi a livello internazionale stimano in 3 kg di CO₂ non emessa il beneficio derivato dall'uso di 1 kg di biodiesel, che presenta inoltre bassissimo tenore di zolfo. La produzione a scala industriale di biodiesel nell'Unione Europea è iniziata nel 1992: oggi si contano oltre 40 impianti per una produzione annua di quasi 2 milioni di tonnellate.

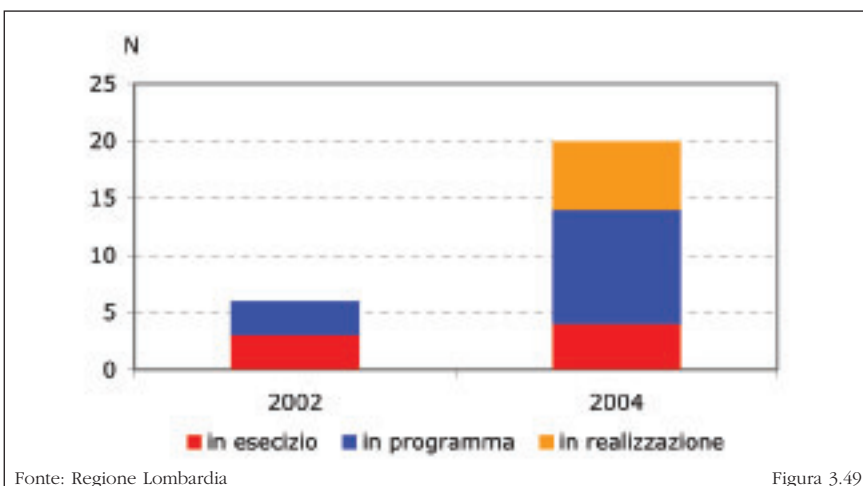


Figura 3.49

Centrali di teleriscaldamento o cogenerazione a biomasse in Lombardia

Gli impianti termici alimentati a biomassa (e l'insieme delle opere e impianti necessari per la messa in opera e il corretto funzionamento) sono stati finanziati attraverso il Piano di Sviluppo Rurale della Lombardia (2 centrali), l'Accordo di Programma Quadro Ambiente ed Energia fra MATT (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio) e Regione Lombardia (17 centrali) e la Delibera CIPE 27/2000 e CIP 6/92 (2 centrali).

che garantiscono la copertura permanente del suolo.

L'agricoltura può contribuire alla mitigazione anche fornendo biomassa per finalità energetiche in sostituzione delle fonti fossili di energia: in tal caso l'azione positiva è quella di non aumentare la quantità complessiva di anidride carbonica presente in atmosfera, riutilizzando ciclicamente quella già circolante.

La coltivazione delle biomasse energetiche riguarda sia specie erbacee sia specie arboree.

Le specie erbacee ricche di carboidrati e zuccheri (quali mais, sorgo, orzo, bietola e canna da zucchero) originano etanolo, che può essere utilizzato come componente per benzine o per la preparazione dell'ETBE (EtilTerButilEtere), un derivato utilizzato per aumentare il numero di ottani nelle benzine;

le specie erbacee oleaginose (quali colza e girasole) sono alla base della produzione del biodiesel per autotrazione o per riscaldamento.

Le specie arboree in impianti a ciclo brevissimo (1-5 anni, detti Short Rotation Forestry) producono biomassa legnosa destinata alla combustione in impianti specializzati per la produzione di energia.

Altre azioni a finalità energetica finanziate in Lombardia nel contesto agricolo per contrastare i cambiamenti climatici riguardano gli interventi di contenimento dei consumi energetici delle aziende agricole e nella climatizzazione delle serre, nonché la realizzazione di impianti di sfruttamento del biogas in azienda agricola, la costruzione e la messa in opera di impianti termici alimentati a biomassa vegetale.