

ALESSANDRO CESCATTI
GAETANO DE BERTI
ALESSANDRO FIORA
DAMIANO GIANELLE
BARBARA MARCOLLA
MIRCO RODEGHIERO
SERGIO TONOLLI
LORIS VESCOVO
ROBERTO ZORER

La gestione degli ecosistemi naturali nell'ottica del ciclo del carbonio e dei cambiamenti climatici

Introduzione

In seguito all'approvazione del Protocollo di Kyoto (1997) da parte della "Conferenza delle Parti" delle Nazioni Unite è stata ufficialmente riconosciuta alle foreste e agli ecosistemi vegetali (anche dal punto di vista politico oltre che da quello biologico) la capacità di sottrarre il carbonio all'atmosfera attraverso la fotosintesi clorofilliana e di fissarlo nella vegetazione e nel suolo. Le piante, grazie al processo di fotosintesi clorofilliana, sono in grado di assorbire anidride carbonica e di legarla nei carboidrati, molecole che stanno alla base delle catene alimentari. Il carbonio così trasformato rimane immobilizzato per lungo tempo nel legno e nella sostanza organica del suolo.

A partire dalla rivoluzione industriale, la concentrazione di carbonio nell'atmosfera è in continuo aumento a causa dello squilibrio tra le emissioni di anidride carbonica (CO₂) (combustibili fossili, combustione di biomasse, respirazione di piante, microbi e animali) e gli assorbimenti (chimica del carbonio degli oceani e fotosintesi dei vegetali).

Tra le possibili conseguenze negative di un'elevata concentrazione atmosferica di CO₂ si possono ricordare il riscaldamento del pianeta per effetto serra, il cambiamento della distribuzione planetaria di precipitazioni e d'umidità del suolo e l'aumento del livello dei mari. Tra i possibili benefici si possono invece ipotizzare la stimolazione del processo di fotosintesi, e quindi la miglior crescita delle colture agrarie e forestali e un aumento dell'efficienza dei vegetali nell'uso dell'acqua. Particolare attenzione si sta ponendo alla valutazione delle conseguenze che potranno avere le predette variazioni rapide nella distribuzione planetaria di temperatura e umidità sugli ecosistemi terrestri ed in particolare sulle foreste. Gli ecosistemi naturali sono soggetti ad un lento adattamento all'ambiente e rapidi cambiamenti della climatologia possono quindi provocare gravi squilibri nella loro stabilità biologica e fisica. Questi rischi sono aggravati dal fatto che le foreste sono il principale serbatoio terrestre di carbonio, il quale, in seguito alle modificate condizioni climatiche, potrebbe essere liberato come anidride carbonica attraverso un incremento dei processi di respirazione.

Lo studio della capacità degli ecosistemi naturali di assorbire ed accumulare carbonio attraverso l'analisi degli scambi di energia e materia con l'atmosfera è oramai diffuso a livello mondiale. Gli istituti impegnati in questo tipo di ricerche sono raggruppati attraverso la rete internazionale FLUXNET che garantisce un continuo scambio di conoscenze e permette continui aggiornamenti in tempo reale. A livello europeo è attiva una rete (progetto CarboEuroflux) che comprende più di 50 siti principali e centinaia di siti accessori, nei quali sono analizzati i diversi aspetti legati al ciclo del carbonio. Il Centro di Ecologia Alpina di Trento, attraverso il gruppo di ricerca di Ecologia Vegetale e Biometeorologia, partecipa attivamente a tali reti con la gestione di 2 aree sperimentali, una in foresta e una su prateria alpina. Oltre allo studio degli scambi di gas tra ecosistemi ed atmosfera, il Protocollo di Kyoto richiede una stima del quantitativo di carbonio immagazzinato negli stessi ecosistemi. Per cercare di rispondere a questa domanda il Centro di Ecologia Alpina sta completando l'Inventario Forestale del Carbonio della Provincia Autonoma di Trento che rappresenta uno dei primi esempi italiani di questo tipo di studi.

Gli ecosistemi vegetali e il ciclo del carbonio

Come conseguenza delle attività umane, nella composizione chimica dell'atmosfera terrestre stanno avvenendo cambiamenti sostanziali. Tra questi l'aumento della concentrazione d'anidride carbonica e di altri gas ad effetto serra è sicuramente il più noto. Infatti partendo dalla rivoluzione industriale, la concentrazione di CO₂ nell'atmosfera è cresciuta da 280 a 360 ppm (ETHERIDGE *et al.*, 1998; fig. 1). Inoltre, alcuni ricercatori, prevedono che la temperatura del globo aumenterà di 5÷8 °C nel prossimo secolo e ciò potrebbe causare un notevole incremento dei processi respirativi e di conseguenza del contenuto di anidride carbonica dell'atmosfera (JENKINSON *et al.*, 1991) con gravi ripercussioni sul ciclo globale del carbonio (SCHIMMEL, 1995; IPCC, 1997; GRACE, 2001).

Un ruolo molto importante nell'accumulo del carbonio viene riconosciuto ai suoli, infatti il carbonio in essi accumulato può essere anche superiore al 50% dello stock ecosistemico. Globalmente circa il 40% del carbonio complessivamente accumulato nei

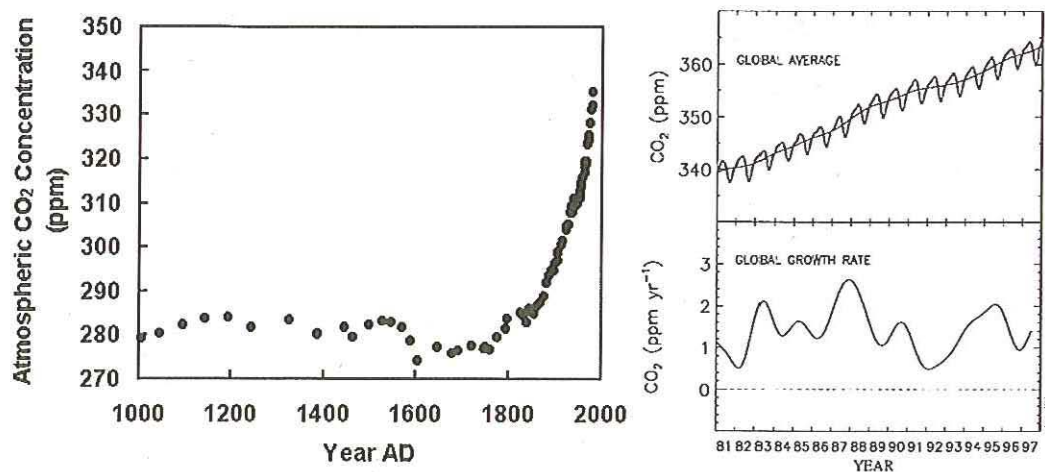


Fig. 1 - Concentrazione di CO₂ nell'atmosfera durante l'ultimo millennio, come determinata da Etheridge *et al.* (1998) sulla base di carotaggi nei ghiacci Antartici (Law Dome). Il grafico mostra come la concentrazione sia rimasta pressoché costante per gran parte del millennio, con un rapido aumento nell'ultimo secolo, a causa del massiccio impiego di combustibili fossili. Grafico superiore a destra - Andamento della concentrazione media mondiale della CO₂ atmosferica determinata dalla rete di campionamento NOAA CMDL. Grafico inferiore destra - Media mondiale del tasso di crescita dell'anidride carbonica.

suoli risiede negli ecosistemi forestali e il 12% nelle praterie. È stato calcolato che circa un quarto del carbonio organico, pari a 610 Gt C (Gt = 10^9 t) presente nella biosfera sia accumulato nella vegetazione, i rimanenti tre quarti si trovino nel suolo e nei suoi orizzonti organici (1580 Gt) mentre l'atmosfera ne contiene circa 750 Gt (SCHIMMEL, 1995).

A livello annuale i cambiamenti nella concentrazione atmosferica di anidride carbonica dipendono dal rapporto tra le emissioni e l'assorbimento di CO_2 dall'atmosfera. I combustibili fossili, la combustione di biomasse e la respirazione di piante, microbi e animali rilasciano CO_2 nell'atmosfera, mentre la chimica del carbonio degli oceani e la fotosintesi dei vegetali la rimuovono. Particolare attenzione si sta ponendo nella valutazione dei rischi che variazioni rapide di temperatura e umidità e della loro distribuzione planetaria potranno avere sugli ecosistemi terrestri, ed in particolare sulle foreste. La comprensione completa del ciclo globale del carbonio è indispensabile per prevedere le conseguenze di un aumento della CO_2 sul clima e sugli ecosistemi. La conoscenza del ciclo del carbonio è inoltre fondamentale per sviluppare politiche economiche e sociali sull'impiego futuro dell'energia. Nonostante questo, per molte ragioni la comprensione del bilancio planetario del carbonio non è ancora completa. Attualmente dal 40 al 60 % della CO_2 rilasciata per attività umana (uso di combustibili fossili, ossidazione di biomasse) rimane in atmosfera.

In questo quadro risulta importante capire quale sia l'efficienza dei vari ecosistemi terrestri in termini di assorbimento di anidride carbonica. Alla scala del singolo ecosistema, la metodologia utilizzata per la misura dei flussi di carbonio ed energia è nota come "covarianza dei vortici" (*eddy covariance*; AUBINET *et al.*, 2000). Questa metodologia richiede l'installazione di una o più torri meteorologiche attrezzate con strumenti che permettano misure in continuo e ad elevata frequenza di velocità del vento, concentra-

zione di acqua e anidride carbonica, radiazione e di altre variabili meteorologiche che guidano i processi alla base degli scambi di energia e materia tra vegetazione ed atmosfera. La strumentazione tipica di un sito di *eddy-covariance* include un anemometro ultrasonico tridimensionale, per misurare velocità e direzione del vento e temperatura virtuale dell'aria e un sensore a risposta rapida per misurare le concentrazioni di CO_2 e acqua.

Attualmente il gruppo di ricerca del Centro di Ecologia Alpina si avvale di due stazioni sperimentali equipaggiate con la strumentazione suddetta; entrambe incluse nella rete europea di rilevamento CarboEuroflux. L'area sperimentale in foresta è dotata di una torre alta 42 metri ed è ubicata in un abieteto nel comune di Lavarone. I quantitativi di carbonio assorbito dall'ecosistema si aggirano sulle $8 \div 9$ t C/ha/anno (MARCOLLA *et al.*, 2003) e sono in linea con i valori più elevati rilevati dalle stazioni della rete Euroflux (VALENTINI *et al.*, 2000). L'andamento annuale dei flussi di carbonio evidenzia una particolare lunghezza della stagione vegetativa che si estende da gennaio a novembre (fig. 2): i valori maggiori si riscontrano nei mesi primaverili, mentre nei mesi estivi vi possono essere delle riduzioni dovute a fenomeni di carenza idrica.

Le misure in prateria vengono eseguite presso il sito ubicato in località Viote del Monte Bondone, anch'esso equipaggiato con una torre meteorologica. In questo caso i flussi misurati sono inferiori rispetto

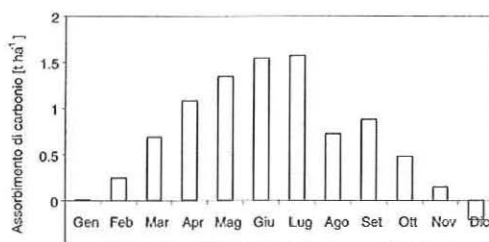


Fig. 2 - Quantità di carbonio cumulato nell'abieteto di Lavarone durante il 2001.

all'ecosistema forestale e si aggirano sulle 0.8 t C/ha/anno. Anche in questo caso l'assorbimento di carbonio è maggiore durante la stagione vegetativa tra maggio e giugno (fig. 3). Dopo il taglio dell'erba, all'inizio di luglio, l'ecosistema comincia ad emettere anidride carbonica per la prevalenza dei processi respirativi su quelli fotosintetici. In seguito vi è una leggera ripresa nel mese di settembre mentre durante i mesi invernali ricomincia l'emissione di carbonio.

Da quanto esposto emerge la notevole capacità di assorbimento e l'importanza degli ecosistemi forestali nel ciclo del carbonio. Di notevole interesse sono anche le praterie non sono ancora prese adeguatamente in considerazione nella ricerca, la loro intensità di gestione e le variazioni di uso del suolo. Questi ultimi ecosistemi tra l'altro sono quelli che possono andare più facilmente incontro a modifiche nella loro gestione anche in tempi relativamente brevi. Basti pensare alle intense modifiche intervenute negli ultimi decenni nell'intensità di gestione delle praterie naturali e seminaturali delle aree montane quali ad esempio la riduzione dei carichi di animali domestici e l'aumento di quelli dei selvatici, l'intensificazione degli apporti azotati nelle superfici foraggiere facilmente meccanizzabili e l'abbandono di quelle inaccessibili alle macchine ecc. Infine va valutata anche una gestione accurata degli ecosistemi agrari in quanto caratterizzati da elevate potenzialità di assorbimento, in particolare in un'ottica di una loro conversione in sistemi a più basso grado di gestione (CONANT *et al.*, 2001).

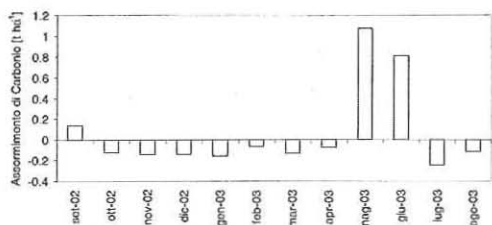


Fig. 3 - Quantità di carbonio cumulato nella prateria a *Nardus striata* delle Viote del Monte Bondone durante il periodo settembre 2002 - agosto 2003.

Stima dei depositi di carbonio negli ecosistemi forestali della Provincia di Trento

Per poter quantificare il carbonio accumulato negli ecosistemi forestali della Provincia Autonoma di Trento, sia a livello epigeo (vegetazione) che a livello ipogeo (il carbonio contenuto nel suolo infatti può arrivare al 50% del quantitativo complessivamente immagazzinato nell'ecosistema), è stato realizzato un Inventario Forestale del Carbonio (InFoCarb). Il progetto è stato coordinato dal Centro di Ecologia Alpina in collaborazione con il Dipartimento di Metodi Quantitativi dell'Università di Siena per la parte statistica, con l'ISAFa di Trento (sezione di Biometria Forestale) per consulenze relative alla parte inventariale e con il Servizio Foreste della Provincia Autonoma di Trento.

Questo inventario è basato sul campionamento diretto mediante aree di saggio e rappresenta uno dei primi studi effettuati in Italia a scala territoriale. Infatti, studi analoghi generalmente si basano su database preesistenti, di tipo assestamentale per il carbonio immagazzinato nella vegetazione e di tipo pedologico in riferimento ai suoli. La particolarità dell'inventario, che considera la massa legnosa come componente e non come *unicum* d'indagine, ha imposto l'adozione di una nuova metodologia di rilievo tesa a computare tutte, o quasi, le componenti del bosco (*pools*) che concorrono a determinare lo *stock* complessivo di carbonio. A tal riguardo è stato elaborato un apposito protocollo per i rilievi da eseguire nelle aree di saggio.

L'intero lavoro è stato distinto nelle seguenti fasi operative:

1) *Redazione di un apposito protocollo di lavoro per i rilievi da eseguire nelle aree di saggio in foresta.*

Oltre ai rilievi dendrometrici classici, sono stati previsti rilievi sulla vegetazione erbacea, arbustiva e sulla lettiera; inoltre è stata elaborata una nuova metodologia per il campionamento del carbonio del suolo mediante lo scavo di buche all'interno dell'area di saggio.

2) *Selezione dei punti di campionamento.*

Con il supporto di un GIS (Sistema Geografico Informativo), la Provincia di Trento è stata suddivisa al computer con un reticolo a maglia quadrata di lato pari ad un chilometro. In seguito è stato distribuito in maniera casuale un punto all'interno di ogni chilometro quadrato. Eliminati i punti esterni al territorio provinciale, sono rimasti in totale 6200 punti. Questi sono stati analizzati a video su ortofoto digitali, a colori in modo da individuare i punti ricadenti in aree classificabili come bosco sulla base della definizione fornita dalla FAO (FAO/UN-ECE, 1997). Dopo aver attribuito a ciascun punto a bosco un valore di massa ad ettaro (variabile ausiliaria ricavata dal partellare assestamentale), sono stati selezionati 150 punti con un campionamento avente probabilità proporzionale alla variabile ausiliaria "provvigione". Con tale criterio, i punti con maggiore massa ad ettaro hanno una maggiore probabilità di selezione e, di fatto, sono quelli che meglio informano sulla quantità di carbonio accumulato nei boschi.

3) *Rilievi diretti in campo mediante aree di saggio.*

Ogni punto è stato ritrovato in campo con un sistema GPS ed è stato considerato il centro di un'area di saggio circolare di 600 m² nella quale sono stati eseguiti i campionamenti per la stima dei vari *pools* di carbonio. La massa legnosa epigea è stata misurata con i classici rilievi ipso-diametrici ed incrementali. La biomassa della vegetazione erbacea ed arbustiva e della lettiera, è stata campionata in sottoaree distribuite in modo sistematico all'interno dell'area di saggio. Le caratteristiche della copertura arborea sono state indagate attraverso la realizzazione di fotografie emisferiche e prelievi di campioni di foglie. Il suolo è stato campionato attraverso lo scavo di buche fino ad una profondità di 30 cm ai fini della determinazione del contenuto di carbonio, della frazione di scheletro e della biomassa radicale. Le indagini ese-

guate sull'area sono state completate con una descrizione generale delle caratteristiche stazionali e un inquadramento tipologico basato sulla tipologia forestale recentemente pubblicata per il Trentino.

4) *Analisi dei campioni e realizzazione delle banche dati.*

I dati ricavati dalle analisi dei campioni raccolti in foresta sono stati organizzati e strutturati secondo uno schema ad albero, fondendo e sintetizzando le informazioni in modo progressivo. Questo procedimento consentirà l'accesso ai dati a vari livelli, anche per altre applicazioni di carattere extra inventariale.

5) *Elaborazione dei dati e pubblicazione.*

L'elaborazione statistica dei dati, attualmente in fase di completamento, costituisce la fase conclusiva del progetto, i cui risultati saranno pubblicati nella prossima primavera.

6) *Informazioni accessorie.*

I dati raccolti e le variabili ricavate dalla loro elaborazione potranno essere integrati in indagini ad ampia scala territoriale ad esempio attraverso l'uso di immagini satellitari, per stimare la reale capacità delle foreste di assorbire carbonio. Inoltre, data la notevole importanza pratica attribuita di recente all'analisi tipologica, sarà possibile attribuire ai tipi forestali rilevati importanti informazioni ecologiche relative ai flussi e ai depositi di carbonio come l'incidenza relativa dei vari *pools*, la quantità delle fitomasse erbacee ed arbustive, le caratteristiche dei suoli, l'indice di area fogliare. A titolo di esempio la tabella I riporta il carbonio accumulato nei vari comparti di un ecosistema di pecceta montana.

Le informazioni così ricavate potranno essere integrate con dati ricavati da misure effettuate da satellite, caratterizzati dall'elevata frequenza temporale (da giornaliera a settimanale) e dalla copertura completa del territorio (BRASWELL, 1996).

Le misure di riflessione della radiazione solare da parte della superficie terrestre, effettuata per mezzo di spettroradiometri

Comparto	Carbonio (t/ha)	Incidenza percentuale (%)
Fitomassa fogliare	7.34	3,16
Xilomassa arborea	111.14	47,86
Fitomassa arbustiva	0.15	0,06
Fitomassa erbacea	0.12	0,05
Lettiera	4.37	1,88
Suolo (30 cm)	109.09	46,98
TOTALE	232.21	100,00

Tab. 1 - Carbonio accumulato in un ecosistema di pecceta montana di sostituzione su abieteto calcicolo dei suoli mesici. Si tratta di una fustaia biplana mista (abete rosso, abete bianco e faggio) situata nel Trentino centrale a quota 1000 m con esposizione sud ovest, pendenza media dell'80%, su substrato carbonatico. Il fitoclima è mesotemperato superiore, mesalpico, umido e tendenzialmente subumido in estate.

montati su piattaforma satellitare, rappresentano infatti un'importantissima risorsa di informazioni per lo studio degli ecosistemi terrestri. La riflettanza della radiazione solare alle diverse lunghezze d'onda e ai diversi angoli, definita come firma spettrale, dipende, infatti, da caratteristiche ottiche e strutturali delle coperture vegetali. La georeferenziazione delle aree campione InFoCarb consente l'allineamento ed il confronto delle misure effettuate in bosco con i dati ottenuti da piattaforme satellitari e potranno essere utilizzate come valido sistema di taratura delle immagini satellitari. L'obiettivo è quello di ricercare delle relazioni predittive del tipo forestale e della biomassa sulla base della riflettanza della radiazione solare alle diverse lunghezze d'onda.

Un progetto analogo è previsto nei prossimi anni anche per la praterie alpine.

Conclusioni

L'esperienza secolare nella gestione degli ecosistemi naturali e la sua ricchezza di foreste prati e pascoli pone il Trentino tra le aree pilota nei progetti di sviluppo sostenibile, come è stato riconosciuto dalle organizzazioni internazionali (in questo contesto è significativa la Conferenza nell'ambito del Capitolo 13 dell'Agenda 21 delle Nazioni Unite sullo sviluppo sostenibile in aree montane, tenutasi a Trento nell'Otto-

bre 1997). Il protocollo di Kyoto, tra le altre cose, prevede il supporto e lo sviluppo di programmi internazionali e intergovernamentali con il fine di definire, condurre, valutare e finanziare ricerche, raccolte dati e osservazioni sistematiche sui gas serra. In questo contesto la necessità di stimare con metodi scientifici riconosciuti la reale capacità dei *sinks*, richiede la partecipazione a reti mondiali di monitoraggio e lo scambio continuo di tecnologia e metodologie, date le notevoli difficoltà tecniche che s'incontrano nella stima dei flussi di carbonio. L'attività promossa dal Centro di Ecologia Alpina rientra in tale ambito ed ha come obiettivo anche lo studio degli effetti delle diverse forme di gestione degli ecosistemi vegetali sulla loro capacità di assorbire carbonio, in modo da fornire alle amministrazioni un ulteriore strumento utile per la pianificazione degli interventi gestionali.

Ringraziamenti

L'attività del gruppo di Ecologia Vegetale e Biometeorologia è co-finanziata dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Trento e Rovereto con il progetto "Flussi e depositi di carbonio negli ecosistemi forestali", dall'Unione Europea DG Ricerca con il progetto "CARBOMONT, Effects of land-use changes on sources, sinks and fluxes of carbon in European mountain areas", dal Fondo per la Ricerca della Provincia Auto-

noma di Trento con il progetto "REM, Remote sensing e modelli ecosistemici spaziali" e dal Ministero per le politiche Agricole e Forestali, Direzione Generale delle Risorse Forestali, Montane e Idriche con il progetto "Inventario nazionale delle foreste e dei serbatoi di carbonio sul territorio provinciale".

Alessandro Cescatti
Gaetano De Berti
Alessandro Fiora²
Damiano Gianelle
Barbara Marcolla¹
Mirco Rodeghiero²
Sergio Tonolli
Loris Vescovo³
Roberto Zorer

Centro di Ecologia Alpina,
 38040 Viote del Monte Bondone
 Trento - Italia

Tel. (0461) 939555

Fax (0461) 948190

e-mail: gianelle@cealp.it

e-mail: rodeghiero@cealp.it

e-mail: tonolli@cealp.it

- (1) Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale
 Università di Trento
- (2) Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali
 Università di Padova
- (3) Dipartimento di Agronomia Ambientale
 e Produzioni Vegetali
 Università di Padova

BIBLIOGRAFIA

- AUBINET M., GRELE A., IBROM A., RANNIK Ü., MONCRIEFF J., FÖKEN T., KOWALSKI A.S., MARTIN P.H., BERBIGIER P., BERNHOFER C.H., CLEMENT R., ELBERS J., GRANIER A., GRÜNWARD T., MORGENSTERN K., PILEGAARD K., REBMAN C., SNIJDERS W., VALENTINI R., VESALA T., 2000 - *Estimates of the annual net carbon and water exchange of forests: the EUROFLUX methodology*. Adv. Ecol. Res., 113-175.
- BRASWELL B.H., SCHMIEL D.S., PRIVEITE J.L., MOORE III B., EMERY W.J., SULZMAN E.W., HUDAK A.T., 1996 - *Extracting ecological and biophysical information from AVHRR optical measurements: a new algorithm based on inverse modelling*. Journal of Geophysical Research 1001:23, 335-348.
- CONANT R.T., PAUSTIAN K., ELLIOTT E.T., 2001 - *Grassland management and conversion into grassland: effects on soil carbon*. Ecological applications, 11(2), 343-355.
- ETHERIDGE D.M., STEELE L.P., LANGENFELDS R.L., FRANCEY R.J., BARNOLA J.M., MORGAN V.I., 1998 - *Historical CO₂ records from the Law Dome DE08, DE08-2, and DSS ice cores*. In: *Trends: A Compendium of Data on Global Change*. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tenn., U.S.A.
- GRACE J., 2001 - *Carbon cycle*. In: *Encyclopedia of Biodiversity*. Vol. 1, Academic Press, 609-629.
- FAO/UN-ECE, 1997 - *Temperate and Boreal Forest Resources Assessment 2000, terms and definitions*. United Nations, New York and Geneva, July.
- IPCC, 1997 - *Land use change and forestry*. In: *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual, Volume 3*. HOUGHTON J.T., MEIRA FILHO L.G., LIM B., TREANTON K., MAMATY I., BONDUKI Y., GRIGGS D.J. AND CALLANDER B.A. (Eds.). Intergovernmental Panel on Climate Change.
- JENKINSON D.S., ADAMS D.E., WILD A., 1991 - *Model estimates of CO₂ emissions from soil in response to global warming*. Nature, 351: 304-306.
- MARCOLLA B., CESCATTI A., GIANELLE D., ZORER R., 2003 - *Bilancio ecosistemico del carbonio e dell'energia*. In: AA.VV., 2003 - *Il ruolo delle foreste nel bilancio del carbonio. Aspetti ecologici ed economici*. Report n°28 del Centro di Ecologia Alpina, 6-14.
- SCHMIEL D.S., 1995 - *Terrestrial ecosystems and the carbon cycle*. Global Change Biology, 1: 77-91.
- VALENTINI R., MATTEUCCI G., DOLMAN A.J., SCHULZE E.-D., REBMAN C., MOORS E.J., GRANIER A., GROSS P., JENSEN N.O., PILEGAARD K., LINDROTH A., GRELE A., BERNHOFER C., GRUNDWALD T., AUBINET M., CEULEMANS R., KOWALSKI A.S., VESALA T., RANNIK U., BERBIGIER P., LOUSTAU D., GUOMUNDSSON J., THORGEIRSSON H., IBROM A., MORGENSTERN K., CLEMENT R., MONCRIEFF J., MONTAGNANI L., MINERBI S., JARVIS P.G., 2000 - *Respiration as the main determinant of carbon balance in European forests*. Nature, 861-865.

Riassunto

Il protocollo di Kyoto ha contribuito a riportare l'attenzione della comunità internazionale su alcune importanti funzioni degli ecosistemi naturali e a indagare sulla maggiore o minore capacità di questi di ridurre la concentrazione di anidride carbonica presente in atmosfera.

Tra i comparti del ciclo del carbonio non ancora sufficientemente conosciuti e che interessano direttamente la realtà del territorio Trentino, vi sono gli ecosistemi forestali e quelli prato-pascolivi. Le piante, grazie al processo di fotosintesi clorofilliana, sono in grado di assorbire anidride carbonica e di legarla nei carboidrati, molecole che stanno alla base delle catene alimentari. Il carbonio così trasformato rimane immobilizzato per lungo tempo nel legno e nella sostanza organica del suo-

lo, costituendo un importante *pool* nel bilancio di questo elemento. Gli ecosistemi vegetali devono quindi essere studiati e gestiti anche in virtù del loro fondamentale ruolo nel ciclo del carbonio, ruolo che attribuisce una nuova importanza politica ed economica alle regioni della Terra ricche di tali ecosistemi. Le ricerche svolte presso il Centro di Ecologia Alpina consentiranno di approfondire ed integrare la conoscenza della superfici semi-naturali attraverso una descrizione dei popolamenti vegetali basata su un approccio di tipo inventariale. La conoscenza dei quantitativi di carbonio immobilizzati nelle foreste e nelle praterie permetterà di dare delle importanti risposte non solo al mondo scientifico e alla comunità internazionale ma anche a chi è chiamato a compiere delle scelte sulla gestione del patrimonio forestale e alpicolturale.

Le informazioni ottenute sono di particolare importanza per far fronte alle richieste del protocollo di Kyoto sull'emissione dei gas serra ed in particolare sul contenimento delle emissioni di anidride carbonica.

Summary

The Kyoto Protocol has contributed to bring the attention of the international community on some important functions of the natural ecosystems and to investigate on their ability to reduce the present carbon dioxide concentration in atmosphere. The role of forest and grassland ecosystems in this context are not still sufficiently known in the Province of Trento. Plants, thanks to the photosynthesis processes, absorb carbon dioxide and tie it in carbohydrates molecules, that are at the base of the alimentary chains. The transformed carbon therefore remains immobilized in the wood and in the soil organic matter for a long time. The natural ecosystems must be studied and managed also for their fundamental role in the carbon cycle, because this gives a new political and economic importance to the regions of the earth that are rich of such ecosystems. The researches carried out by the Centro di Ecologia Alpina will concur to deepen and to integrate the knowledge in this studies through a description of natural ecosystems based on an inventory approach. The knowledge of forests and grasslands carbon stocks will allow to give not only a contribute to the scientific community but also to their management. The obtained information are useful in order to give answers to the demands of the Kyoto Protocol on the emission of greenhouse gases and in particular on the control of the carbon dioxide emissions.