Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 147 (1996)

Heft: 4

Artikel: Stima della biomassa bruciata e della CO2 prodotta da incendi boschivi in Italia

Autor: Bovio, Giovanni

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-767031

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Stima della biomassa bruciata e della CO_2 prodotta da incendi boschivi in Italia[1]

Di *Giovanni Bovio*

Keywords: Forest fires; biomass; CO_2; Italy. FDK 160.22: 43: 537: (450)

Introduzione

Negli ultimi due secoli la quantità di CO_2 in atmosfera è aumentata ed è attualmente di 350 ppm. In Italia negli ultimi 10 anni la concentrazione di CO_2 ha avuto un incremento di 1–2 ppm/anno (*La Marca et al.,* 1993). Si ritiene che ciò possa avere un notevole impatto sulle risorse naturali (*La Marca, Sanesi,* 1993).

Vi sono conoscenze scientifiche che fanno presumere un futuro riscaldamento medio del pianeta tra 1,5 °C e 4,5 °C dovuto all'accumulo di CO_2 in atmosfera (*Colombo,* 1993) con effetti assai negativi sull'ambiente. L'aumento della temperatura di circa 0,5 °C negli ultimi 100 anni, è uno dei fenomeni collegati più noti (*Bouvarel,* 1990).

Si stima che nell'intera biosfera con la fotosintesi vengano fissati 70 miliardi di tonnellate/anno di carbonio (*Nottola, Eccher,* 1989). Le foreste assorbono circa il 6% dell'emissione totale della CO_2 emessa in atmosfera (*Caruso,* 1995) e pertanto, anche se non hanno un ruolo primario, svolgono una funzione non trascurabile.

Nei paesi industrializzati le foreste, che sono in espansione, rappresentano serbatoi netti di carbonio (*Houghton et al.,* 1987). La capacità di accumulo di CO_2 è massima nelle coperture forestali giovani che possono immagazzinare un numero di $mc \cdot ha^{-1} \cdot anno^{-1}$ di biomassa più elevato di quelle mature. Le attività forestali possono rivestire un'importante misura di accompagnamento di altre politiche di contenimento delle emissioni (*Pettenella, Picciotto,* 1993). Tuttavia non tutti concordano sullo stretto legame causa-effetto tra gli inter-

[1] Studio realizzato nell'ambito della ricerca MURST 40% «Effetti sugli ecosistemi forestali dei cambiamenti climatici e del territorio». Coordinatore prof. Franco Viola.

venti da adottare per ridurre la CO_2 (*Bouvarel,* 1990 op. cit.), quindi sono certamente utili approfondimenti sia sui fenomeni che la possono immobilizzare sia su quelli che la possono cedere.

Un fenomeno che rilascia in atmosfera grandi quantità di gas ed in particolare di CO_2 è la combustione delle biomasse forestali.

Nel presente studio si considera la combustione di biomasse durante gli incendi boschivi senza considerare l'uso dei combustibili legnosi per le più varie finalità.

L'effetto ambientale degli incendi si manifesta sia a livello locale sia regionale (*Prinn,* 1991). I fumi in caso di eventi ricorrenti possono persistere per settimane o mesi (*Robock,* 1991).

La biomassa che viene consumata da fronti di fiamma che percorrono la foresta, varia sia con il tipo di copertura forestale sia con il comportamento dell'incendio.

Il tipo di copertura determina la quantità e la qualità della biomassa bruciabile. Infatti la quantità di biomassa può variare, anche notevolmente, in funzione delle specie che costituiscono il bosco. Inoltre la biomassa totale e la biomassa bruciabile variano in funzione del governo, del trattamento e del tempo trascorso dagli interventi selvicolturali. Quando la copertura forestale è prossima all'utilizzazione, la biomassa totale (pur con la differenza tra ceduo e fustaia, tra popolamento disetaneo e coetaneo) è al livello più elevato ma non necessariamente lo è quella bruciabile. Per contro può accadere che dopo poco tempo dall'utilizzazione, pur essendovi stata una riduzione di biomassa totale, aumenti considerevolmente la biomassa bruciabile. Ciò è frequente nei cedui nei primi anni dopo il taglio.

Il comportamento dell'incendio, di cui un'espressione fondamentale è l'intensità (in proporzione alla quale avviene il consumo di combustibile), varia in funzione di molti fattori fra i quali la quantità e le frazioni dimensionali del combustibile stesso, la sua umidità, la sua disposizione spaziale, ed altri fattori ancora.

Tutte le possibili combinazioni tra tipo di copertura e comportamento dell'incendio danno differenti emanazioni di CO_2.

Lo scopo del presente studio è stimare la biomassa consumata mediamente dagli incendi boschivi in Italia e la corrispondente quantità di CO_2 emessa in atmosfera.

Metodologia

La metodologia seguita si articola come segue:

A) Realizzazione di una banca dati contenente informazioni sugli incendi e sui differenti tipi di soprassuolo interessati, riferita alle Regioni italiane.

B) Stima della biomassa bruciabile tipo nei soprassuoli considerati.

C) Stima della biomassa consumata dal fuoco nei tipi di soprassuolo procedendo dapprima con una fase (Fase 1) in cui non si considera il cambiamento di biomassa indotto dal trattamento selvicolturale, ed in seguito con una fase (Fase 2) che ne tiene conto.
D) Stima della CO_2 emessa.

Risultati e discussione

Si riporta di seguito quanto è emerso dallo studio per ognuna delle fasi metodologiche su indicate.

A) Costituzione della banca dati

È stato considerato il periodo 1977–1991 di cui, per ciascun anno e per ogni Regione italiana, sono stati reperiti i seguenti dati (fonte: *MIRAAF*): numero di incendi ed ettari percorsi dal fuoco, boscati e non boscati[2]. La superficie boscata percorsa dal fuoco è suddivisa in: fustaia (conifere, latifoglie, mista conifere e latifoglie) e ceduo (semplice, composto, degradato).

La superficie percorsa dal fuoco non boscata è molto importante per le finalità del presente studio perché molto spesso nelle zone incolte, cespugliate, pascolive, vi è elevata quantità di biomassa bruciabile. I fronti di fiamma che interessano detta biomassa spesso sono assai potenti sia per le condizioni di secchezza sia per il vento forte. La secchezza è favorita dalla mancanza di ombreggiamento (al contrario di quanto avviene in bosco). Il vento non subisce il rallentamento della copertura arborea. Per questi motivi, nelle zone non boscate più che in quelle boscate, la quantità di biomassa bruciabile consumata realmente dall'incendio, si avvicina maggiormente alla biomassa bruciabile disponibile. Quindi il contributo di biomassa bruciata delle superfici non boscate deve essere considerato con attenzione.

B) Stima della biomassa bruciabile tipo

Per ogni Regione italiana sono stati analizzati i tipi di soprassuolo con particolare riferimento alle specie che compongono sia il bosco sia il sottobosco per trarre indicazioni sulla biomassa bruciabile tipo, mediamente rappresentativa delle coperture forestali.

In funzione della biomassa bruciabile stimata si sono fatti i seguenti tre gruppi omogenei di Regioni (indipendentemente dalla posizione geografica):

[2] Per gli anni 1989, 1990 e 1991 e limitatamente alla regione Sardegna mancano i dati relativi alla superficie percorsa dal fuoco non boscata, voce in cui rientra la macchia mediterranea.

I) Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Trentino Alto Adige, Friuli-Venezia Giulia, Veneto ed Emilia-Romagna.
II) Liguria, Toscana, Marche, Abruzzo, Molise, Umbria e Lazio.
III) Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia e Sardegna.

La stima della biomassa bruciabile è stata fatta assegnando ad ogni tipo di soprassuolo, i modelli di combustibile proposti da Anderson nel 1982. Questi modelli sono stati elaborati per la realtà americana e quindi non possono rappresentare nel dettaglio l'ambiente italiano. Tuttavia per le finalità del presente studio con cui non si vuole (né si potrebbe) ottenere una stima raffinata si sono ritenuti idonei.

In *tabella 1* si indicano i modelli assegnati per tipo di soprassuolo e per gruppo di Regioni riportandone il numero (*Anderson,* 1982) e le corrispondenti t/ha di biomassa bruciabile.

Tabella 1.

Tipo di soprassuolo	*Numero del modello*	*Biomassa bruciabile (t/ha)*
	I Gruppo di Regioni	
Ceduo semplice	9	7–9
Ceduo composto	9	7–9
Ceduo degradato	5	5–8
Fustaia di conifere	8	10–12
Fustaia di latifoglie	8	10–12
Fustaia mista	7	10–15
Non boscato	2	5–10
	II Gruppo di Regioni	
Ceduo semplice	9	7–9
Ceduo composto	9	7–9
Ceduo degradato	6	10–15
Fustaia di conifere	9	7–9
Fustaia di latifoglie	8	10–12
Fustaia mista	9	7–9
Non boscato	6	10–15
	III Gruppo di Regioni	
Ceduo semplice	9	7–9
Ceduo composto	9	7–9
Ceduo degradato	6	10–15
Fustaia di conifere	9	7–9
Fustaia di latifoglie	9	7–9
Fustaia mista	9	7–9
Non boscato	4	25–35

C) Stima della biomassa consumata dal fuoco nelle Regioni italiane

Fase 1

In questa fase per ogni tipo di soprassuolo e per ogni Regione, si è dapprima stimata la quantità di biomassa bruciabile per ettaro, scegliendola tra i valori possibili espressi dai modelli di combustibile, secondo l'ipotesi di non considerare la variazione dei soprassuoli conseguente al trattamento selvicolturale.

Si è ritenuto di adottare il valore più elevato di biomassa bruciabile espresso da ogni modello di combustibile. Questa scelta è motivata dal fatto che nelle serie storiche degli incendi boschivi non vengono registrati i numerosissimi principi di incendio. Essi, se pur singolarmente piccoli, nel loro insieme ricoprono una superficie rilevante che sarebbe opportuno considerare con precisione. Purtroppo, eccettuando alcune Regioni, non vi sono dati certi sui principi di incendio.

Inoltre i modelli esprimono la biomassa consumabile dagli incendi radenti ma non quella degli incendi di chioma. Questi consumano più biomassa di quelli radenti, ma per contro, sono molto più limitati. Anche questo motivo ha indotto ad assumere i valori massimi di biomassa bruciabile dei modelli compensando così la stima che altrimenti sarebbe stata errata per difetto.

In seguito, per ogni Regione e per ogni anno, in base alle superfici percorse dal fuoco rilevate dalla statistica e alla biomassa bruciabile prima determinata, si è calcolata la biomassa totale bruciata per ogni tipo di soprassuolo.

Inoltre per ogni Regione e per ogni tipo di soprassuolo si è calcolata la biomassa totale consumata dal 1977 al 1991. Per detto periodo e per tutte le Regioni italiane la superficie percorsa dal fuoco ammonta a 2 005 651 ha e la corrispondente biomassa bruciata a tonnellate 41 612 400.

Si riportano i valori riferiti ad ogni Regione in *tabella 3.*

Fase 2

La seconda fase consiste in un affinamento della prima poiché tiene anche conto delle caratteristiche quali-quantitative che la biomassa bruciabile assume in seguito ai tagli. Questi interventi selvicolturali determinano, negli anni immediatamente successivi alla loro applicazione, un accrescimento della biomassa bruciabile diverso da quello precedente. Inoltre l'entità dell'incremento varia a seconda che si tratti di ceduo o fustaia, di popolamenti coetanei o disetanei e dura un tempo che è funzione di molte variabili. In questo studio viene definito «soprassuolo in rinnovazione» ogni copertura forestale, indipendentemente dal governo e dal trattamento, in cui dopo il taglio vi sia una biomassa bruciabile diversa, per quantità e per accrescimento, dalla situazione precedente. In modo particolare si deve considerare che la variazione di biomassa causata dal taglio permane per alcuni anni. In questo periodo la biomassa bruciabile è descrivibile con un modello di combustibile diverso da quello adatto prima dell'intervento selvicolturale.

I boschi percorsi dal taglio sono stati considerati «soprassuolo in rinnovazione» per 5 e 10 anni rispettivamente per i cedui e per le fustaie. Il periodo indicato è il tempo durante il quale si ritiene opportuno applicare un modello di combustibile differente rispetto a quello applicato ad un soprassuolo lontano dal taglio.

Per stimare l'entità del «soprassuolo in rinnovazione», sono stati mediati i dati *ISTAT* relativi agli ettari percorsi dal taglio considerando gli anni tra il 1977 e il 1989. I boschi tagliati sono suddivisi per governo (fustaia, ceduo semplice, ceduo composto). Con il dato medio di superficie percorsa dal taglio e con la superficie boscata per ogni Regione, si è trovata la percentuale di superficie che mediamente ogni anno è entrata in rinnovazione. Anche questa informazione è, ovviamente diversificata per forma di governo.

In questa procedura sono state adottate due semplificazioni:

- la superficie tagliata un anno viene considerata «superficie in rinnovazione» dall'anno successivo, e perdura nel suo stato di rinnovazione (come accennato in precedenza) per 5 anni se ceduo, 10 se fustaia;
- non conoscendo l'esatto valore della superficie in rinnovazione realmente bruciata, alla superficie percorsa dal fuoco è stata applicata la stessa percentuale di superficie in rinnovazione calcolata sul totale della superficie forestale, per forma di governo.

I modelli di combustibile ritenuti adatti per descrivere la biomassa delle superfici in rinnovazione, sono assai diversi rispetto a quelli usati nella precedente fase 1. Per i differenti gruppi di Regioni vengono assegnati i modelli indicati in *tabella 2.*

La superficie percorsa dal fuoco per anno e per forma di governo è stata moltiplicata per la percentuale che ogni anno è entrata mediamente in rinnovazione e per 5 se si trattava di ceduo, oppure per 10 se si trattava di fustaia.

La superficie in rinnovazione è stata moltiplicata per il valore più elevato di combustibile per ettaro indicato dai modelli. Anche in questo caso, come in precedenza, è stato adottato il valore massimo per compensare la biomassa bruciata nei principi di incendio di cui non si dispone di dati statistici. Per differenza tra superficie totale percorsa dal fuoco e superficie in rinnovazione è stata ricavata la superficie definita, in questo studio, «adulta» per distinguerla da quella su cui è stato fatto recentemente il taglio. Anche questa è stata moltiplicata per il relativo valore più elevato di combustibile presente ad ettaro fornito dai modelli. In *tabella 3* si riportano i valori ricavati per ogni Regione. Con l'affinamento della fase 2 si è calcolato che a fronte dei 2 005 651 ha di superficie percorsa nel periodo dal 1977 al 1991, sono state consumate 44 275 500 tonnellate di biomassa aumentando di 2 663 100 tonnellate circa la stima della fase 1.

Tabella 2.

Tipo di soprassuolo	*Numero del modello*	*Biomassa bruciabile (t/ha)*
	I Gruppo di Regioni	
Ceduo semplice	5	5–8
Ceduo composto	5	5–8
Fustaia di conifere	6	10–15
Fustaia di latifoglie	5	5–8
Fustaia mista	6	10–15
	II Gruppo di Regioni	
Ceduo semplice	6	10–15
Ceduo composto	6	10–15
Fustaia di conifere	6	10–15
Fustaia di latifoglie	5	5–8
Fustaia mista	6	10–15
	III Gruppo di Regioni	
Ceduo semplice	4	25–35
Ceduo composto	4	25–35
Fustaia di conifere	4	25–35
Fustaia di latifoglie	4	25–35
Fustaia mista	4	25–35

Tabella 3. Superfici forestali, in ha, interessate dagli incendi boschivi e biomassa bruciata, in t, in Italia dal 1977 al 1991.

	Fase 1		*Fase 2*					
Regione	*s.p. 77–91*	*t.b. 77–91*	*s.r. 77–91*	*s.a. 77–91*	*s.p. 77–91*	*t.r. 77–91*	*t.a. 77–91*	*t.b. 77–91*
Piemonte	116396	1149630	7916	57273	116396	79196	565437	1146689
Valle d'Aosta	3114	33231	189	1486	3114	2541	17205	33444
Lombardia	90380	872694	7120	34000	90380	76287	324801	874842
Trentino Alto Adige	9105	92114	1809	4287	9105	22627	42948	93291
Friuli Venezia Giulia	33064	345159	4811	11722	33064	60482	126402	377306
Veneto	20374	198064	2653	7941	20374	28966	77271	198779
Emilia Romagna	10261	100421	352	4839	10261	3635	46410	100405
Liguria	179794	2109831	8368	90529	179794	123231	824133	2436189
Toscana	97201	1144872	6199	49480	97201	84837	462759	1170426
Marche	8647	102873	325	4183	8647	4847	37851	104783
Abruzzo	20550	275985	515	5267	20550	7809	44653	278004
Molise	27226	372816	810	5732	27226	11828	52128	377216
Umbria	17590	211278	902	8302	17590	13460	80694	210794
Lazio	90254	1168695	3085	28938	90254	44903	268167	1175245
Campania	120578	2661746	7385	46629	120578	258475	419661	2893756
Puglia	88256	2466038	2691	19666	88256	94185	176994	2536004
Basilicata	53326	1372484	2750	16401	53326	96240	147609	1443974
Calabria	174900	3680486	12971	78508	174900	346985	706572	4017732
Sicilia	111983	1373850	3032	56538	111983	106120	508842	2439002
Sardegna	732652	21880128	18748	96245	732652	656180	908406	22367576
Totale	2005651	41612395	92631	627966	2005651	2122834	5838943	44275457

s.p. = superficie totale percorsa
t.b. = biomassa bruciata
s.r. = superficie «in rinnovazione» percorsa
s.a. = superficie «adulta» percorsa
t.r. = biomassa massima sulla superficie «in rinnovazione» bruciata
t.a. = biomassa massima sulla superficie «adulta» bruciata

D) Stima della CO_2 emessa

Dal presente studio emerge che, nel periodo 1977–1991 la biomassa consumata dagli incendi ammonta a circa 44 Mt (pari a 2,9 Mt/anno). La stima non comprende i principi di incendio in quanto non censiti dalle statistiche, come è stato specificato.

L'assegnazione dei valori di biomassa bruciabile più elevati dei modelli di combustibile è finalizzata a compensare tale carenza.

La combustione della biomassa forestale produce un gran numero di composti. Tra essi 200 sono stati identificati nei fumi (*Tangren et al.,* 1976). L'acqua e l'anidride carbonica derivano dalla completa ossidazione, e raggiungono il 90% della massa emessa. Sulla quantità di anidride carbonica prodotta da incendi boschivi vi sono numerose indicazioni. Per la testa dell'incendio l'emissione varia da 1500 a 1870 kg/t e per la coda tra 1520 e 1970 kg/t (*Nelson,* 1981). Per la vegetazione del Chaparral l'emissione varia da 1435 a 1608 kg/t (*Weise et al.,* 1990).

Considerando che nelle nostre Regioni solo parte degli incendi è di potenza elevata, si ritengono più rispondenti i valori da 900 a 1500 kg/t (*Tangren et al.,* 1976 op. cit.) che applicati alla biomassa consumata in Italia, indicata in precedenza, danno un'emissione di CO_2 variabile tra 2,6 e 4,4 Mt/anno.

Si tratta di stime indicative poiché la quantità di CO_2 emessa (così come quella degli altri composti), è influenzata da numerose variabili che interferiscono con la combustione, non facili da scindere le une dalle altre (*Wesley et al.,* 1991). Il fattore di emissione di CO_2 è influenzato dalla specie vegetale e dalla stagione (*Weise et al.,* 1990 op. cit.). Inoltre variando le condizioni di combustione cambiano anche le proporzioni che intercorrono tra i vari prodotti che ne derivano, quindi la CO_2 può essere emessa in quantità diverse. In modo particolare l'emissione varia con il comportamento del fronte di fiamma e quindi è funzione di tutte le numerose variabili che lo influenzano. Tra esse principali sono la quantità del combustibile, le condizioni atmosferiche, l'intensità della fiamma, la velocità di avanzamento (*McMahon, Ryan,* 1976). Quest'ultima in particolare influirà sulla quantità di particolato emessa per tonnellata di combustibile bruciato.

Conclusioni

Vi sono problemi non solo per la quantità di CO_2 e di altri gas prodotti ma anche per il breve tempo in cui avviene il loro rilascio: ciò può divenire particolarmente grave. Infatti l'inquinamento, a livello generale può concorrere a provocare cambiamenti globali del clima, mentre a livello locale in dimensione spazio-temporale ristretta, può aggravare situazioni già critiche come si riscontrano talvolta nelle vicinanze di grandi città.

I valori stimati di biomassa bruciata e di CO_2 emessa possono essere impiegati, se pur con valore indicativo, per valutare correttamente l'inquinamento atmosferico che è solo uno degli effetti negativi degli incendi.

I risultati ottenibili con il metodo proposto possono essere migliorati con ricerche finalizzate ad una più raffinata definizione della tipologia dei combustibili, del comportamento del fuoco che li percorre e del tasso di emissione di CO_2. Si ritengono utili ulteriori approfondimenti in questo senso.

Si potrebbe così, anche per evitare eccessive immissioni in atmosfera, conoscere meglio la tipologia e la collocazione delle coperture forestali che, se percorse dal fuoco, possono rilasciare maggiore quantità di CO_2 e sottoporle ad una più intensa prevenzione selvicolturale.

Riassunto

Gli incendi boschivi contribuiscono ad aumentare la concentrazione della CO_2 in atmosfera.

Lo scopo dello studio è stimare, con riferimento al territorio italiano, la biomassa consumata dagli incendi boschivi e la corrispondente CO_2 emessa.

La metodologia seguita si articola nei seguenti punti:

A) ricerca degli incendi e dei tipi di soprassuolo interessati per tutte le Regioni e con riferimento al periodo 1997–1991.

B) assegnazione ai vari tipi di soprassuolo colpiti, di appropriate quantità di biomassa bruciabile e determinazione di gruppi di Regioni omogenei per questi caratteri.

C) stima della biomassa bruciata durante gli incendi procedendo secondo una prima fase semplificata e una seconda, considerata un affinamento della prima, che tiene conto delle variazioni di biomassa indotte dai tagli di utilizzazione.

D) stima della CO_2 emessa.

Dallo studio emerge che la biomassa consumata in Italia dagli incendi boschivi, per i 14 anni considerati, ammonta a 41 Mt, ottenute con il primo procedimento semplificato, e a 44 Mt con quello più articolato che tiene conto dell'effetto dei tagli. Sulla base del risultato del secondo procedimento e dei valori di emissione ritenuti adatti alle condizioni italiane si è stimato che, per il periodo considerato, gli incendi abbiano liberato nell'atmosfera una quantità di CO_2 compresa tra 2,6 e 4,4 Mt/anno.

Zusammenfassung

Schätzung der in Italien bei Waldbränden zerstörten Biomasse und des dabei freigesetzten CO_2

Waldbrände tragen zu einer Erhöhung der CO_2-Konzentration der Atmosphäre bei.

Das Ziel der vorliegenden Studie ist es abzuschätzen, wieviel Biomasse bei Waldbränden in Italien verbrannt wird und wie gross die damit zusammenhängende CO_2-Emission für dieses Territorium ist.

Die verwendete Methodologie wurde in folgende Punkte unterteilt:

A) Auswertung aller Waldbrände von 1977 bis 1991 nach Waldvegetationstypen und nach Regionen.
B) Klassifikation der verschiedenen Waldvegetationstypen nach der Menge an vorhandener brennbarer Biomasse und Bestimmung von Klassen homogener Regionen gemäss diesen Charakteristiken.
C) Schätzung der bei Waldbränden verbrannten Biomasse mittels zweier verschiedener Methoden; einerseits eine vereinfachende sowie andererseits eine verfeinerte, welche die Nutzung mitberücksichtigt.
D) Schätzung der CO_2-Emissionen.

Diese Studie zeigt, dass in den betrachteten 14 Jahren in Italien bei Berücksichtigung der ersten Methode 41 Mio. t CO_2 durch Waldbrände freigesetzt wurden, bzw. 44 Mio. t CO_2 bei Mitberücksichtigung der Nutzung. Basierend auf den Resultaten der zweiten Methode und auf Emissionswerten, die für die italienischen Verhältnisse adaptiert wurden, wird geschätzt, dass Waldbrände in Italien jährlich zwischen 2,6 und 4,4 Mio. t CO_2 in die Atmosphäre freisetzen. Übersetzung: *Peter Marxer*

Résumé

Estimation du volume de la biomasse brûlée et des émissions de CO_2 lors d'incendies de forêts en Italie

Les incendies de forêt contribuent à augmenter la concentration de CO_2 dans l'atmosphère.

L'objectif de cette étude est d'estimer le volume de biomasse brûlée lors d'incendies de forêts sur le territoire italien et de calculer l'équivalent de CO_2 émis. La méthode appliquée s'articule autour des points suivants:

A) évaluation des incendies de forêts et des types de végétation endommagée dans toute la région durant la période allant de 1977 à 1991;
B) classification des différents types de végétation, évaluation des quantités équivalentes de biomasse combustible et regroupement de régions homogènes en fonction de ces caractéristiques;

C) estimation des volumes de biomasse brûlée par les incendies de forêt; l'estimation comporte deux variantes: une première simplifiée et une deuxième, affinée, qui tient compte des variations du volume de biomasse en fonction de l'utilisation qui en est faite;
D) estimation des émissions de CO_2.

D'après cette étude, les incendies de forêt constatés en Italie durant ces 14 ans ont détruit 41 mio t de biomasse d'après la première variante, voire 44 mio t si l'on affine les calculs. Sur la base des résultats de la seconde variante et des valeurs adoptées en Italie, il est estimé que les incendies de forêts ont libéré dans l'atmosphère entre 2,6 et 4,4 mio t de CO_2 par année durant la période considérée.

Traduction: *Monique Dousse*

Summary

Estimation of consumption of biomass by forest fires in Italy and resulting CO_2 increase

Wildfires contribute to the increase of CO_2 concentration in the atmosphere. The aim of the study described here is to estimate the consumption of biomass by wildfires and the corresponding emission of CO_2 for the Italian territory. The methodology is subdivided into the following points:
A) evaluation of all wildfires by kind of forest vegetation and regions for the period 1977 to 1991.
B) classification of the different kinds of forest vegetation by quantity of combustible biomass and determination of groups of homogenous regions according to these characteristics.
C) estimate of the burned biomass throughout wildfires in two variations, the first one simplified and the second one, a refined variation, in consideration of the utilisation.
D) estimate of the CO_2 emission.

The study shows that in Italy the burned biomass for the 14 years which have been taken in account amounts to 41 mill. t CO_2 obtained with the simplified variation respectively 44 mill. t CO_2 in consideration of the utilization. Based upon the results of the second procedure and emission values adopted for the Italian conditions it is estimated that for the considered period wildfires release between 2.6 and 4.4 mill. t CO_2 to the atmosphere.

Bibliografia

Anderson, H. E., 1982: Aids to determining fuels models for estimating fire behavior. Gen. Tech. Rep. INT-122. USDA. Ogden p. 22.

Bouvarel, P., 1990: Note complementari sull'effetto serra e sua incidenza sulle foreste. Cellulosa e Carta 26, 6, 34–36.

Caruso, C., 1995: Sviluppo rurale e sviluppo forestale. L'Italia Forestale e Montana *50,* 2, 135–146.

Colombo, U., 1993: Le foreste: la loro importanza per l'ambiente, la biodiversità e l'economia. L'Italia Forestale e Montana *48*, 3,159–181.
Houghton, R.; Boone, R.; Fruci, J.; Hobbie, J.; Melillo, J.; Palm, C.; Peterson, B.; Shaver, G.; Woodwell, G.; Moore, B.; Skole, D.; Myers, N., 1987: The flux of carbon from terrestrial ecosystems to the atmosphere in 1980 due to changes in land use: geographic distribution of the global flux. Tellus 39 B.
I.S.T.A.T., 1980–1989: Statistiche forestali «Superficie forestale e superficie delle tagliate per forma di governo».
La Marca, O.; Corona, P.; Ferrara, A., 1993: Contenuto del livello di CO_2 nell'atmosfera: il ruolo attuale e potenziale delle formazioni forestali italiane. Rapporto STESS.
La Marca, O.; Sanesi, G., 1993: Problemi forestali nei paesi comunitari del bacino mediterraneo. Cellulosa e Carta *44*,1, 12–19.
M.A.F., 1988: Inventario Nazionale Forestale 1985. ISAFA, Trento, 463 pp.
MIRAAF: Archivio dati incendi boschivi.
McMahon, C.; Ryan, P., 1976: Some chemical and physical characteristics of emission from forest fires. 69th Annual meeting of the air pollution control association. Portland, Oregon.
McMahon, C., 1983: Characteristics of forest fuels, fires and emissions. 76th Annual meeting of the air pollution control association. Atlanta, Georgia.
Nelson, R., 1981: An evolution of the carbon balance technique for estimating emission factor and fuel consumption in forest fires. Res. Pap. SE-231 Asheville, NC USDA, Southeast forest experiment station.
Nottola, B.; Eccher dall'Eco, A., 1989: L'albero, l'uomo e l'ambiente. Cellulosa e Carta *40*, 6, 2–10.
Pettenella, D.; Picciotto, F., 1993: Un tentativo di stima del ruolo delle risorse forestali italiane nella fissazione del carbonio. Monti e Boschi 1, 5–14.
Prinn, G.R., 1991: Biomass burning studies and the international global atmospheric chemistry (IGAC) project. In: *Levine, S.*, Global Biomass Burning. Atmospheric, climatic, and biospheric implications. MIT Press Cambridge M. pp 569.
Robock, A., 1991: Surface cooling due to smoke from biomass burning. In *Levine, S.*, Global Biomass Burning. Atmospheric, climatic, and biospheric implications. MIT Press Cambridge M. pp 569.
Tangren, C.; McMahon, C.; Ryan, P., 1976: Contents and effects of forest fire smoke. In: Southern Forest Smoke Management Guidebook USDA, For. Fer., Gen. Tech. Rep. SE10, 9–22.
Weise, D.; Ward, D.; Paysen, T.; Koonce, A., 1990: Burning California Chaparral – An exploratory study of some shrubs and their combustion characteristics. International Conference on Forest Fire Research. Coimbra. Portugal.
Wesley, R.; Cofer III; Levine, S.; Winstead, E.; Stocks, B., 1991: Trace gas and particulate emission from biomass burning in temperate ecosystems. In: *Levine, S.*, Global Biomass Burning. Atmospheric, climatic, and biospheric implications. MIT Press Cambridge M. pp 569.

Ringraziamenti

Si ringraziano il prof. O. La Marca dell'Università di Firenze, il prof. B. Hellrigl e il prof. F. Viola dell'Università di Padova per la lettura critica dello studio. Si ringrazia la F.N.P. Sottostazione Sud delle Alpi per la traduzione in lingue tedesca, francese e inglese del riassunto.

Autore: Giovanni Bovio, professore associato di Assestamento Forestale presso l'Università di Torino. Dipartimento di Agronomia, Selvicoltura e Gestione del Territorio. Via L. Da Vinci, 44, 10095 Grugliasco (TO) Italia.