



ANPA

**Agenzia Nazionale per la
Protezione dell'Ambiente**

Acidificazione ed eutrofizzazione da deposizioni atmosferiche: le mappe nazionali dei carichi critici

Stato dell'Ambiente 2/2001

ANPA - Dipartimento Stato dell'Ambiente, Controlli e Sistemi Informativi
ANPA - Unità Interdipartimentale Censimento delle Fonti di Emissione

Informazioni legali

L'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente o le persone che agiscono per conto dell'Agenzia stessa non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Via Vitaliano Brancati, 48 - 00144 Roma

Dipartimento Stato dell'Ambiente, Controlli e Sistemi Informativi

Unità Interdipartimentale Censimento delle Fonti di Emissione

www.anpa.it

© ANPA, Stato dell'Ambiente 2/2001

ISBN 88-448-0044-6

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Coordinamento ed elaborazione grafica

ANPA, Immagine

Grafica di copertina: Franco Iozzoli

Foto di copertina: Giorgio Brunialti e Paolo Giordani

Coordinamento tipografico

ANPA, Dipartimento Strategie Integrate Promozione e Comunicazione

Impaginazione e stampa

I.G.E.R. srl - Viale C.T. Odescalchi, 67/A - 00147 Roma

Stampato su carta TCF

Finito di stampare nel mese di dicembre 2001

Il documento è stato elaborato da:

Patrizia Bonanni, ANPA
Silvia Brini ANPA
Armando Buffoni CESI
Giuseppe Stella CESI
Gianni Vialetto ENEA

Con la collaborazione di:

Cristina Sarti
Alessandra Scifo
Giusy Vetrella

Elaborati grafici a cura di **ESA Environmental System Analysis S.a.s.**

Si ringrazia l'**Ing. Mario Cirillo** per il contributo alla revisione del documento ed i suggerimenti dati.

Premessa

I protocolli attuativi della Convenzione di Ginevra sull'Inquinamento Atmosferico Transfrontaliero (1979), che prevedono riduzioni delle emissioni nazionali di inquinanti atmosferici dei diversi Paesi aderenti alla Convenzione, vengono negoziati e finalizzati sulla base dei carichi e dei livelli critici, ovvero della sensibilità ambientale dei recettori (suoli forestali, acque superficiali ecc.) presenti nelle diverse porzioni del territorio alle deposizioni di sostanze acidificanti ed eutrofizzanti (carichi critici) e alle concentrazioni inquinanti (livelli critici).

L'Italia, come firmataria della Convenzione di Ginevra sull'Inquinamento Atmosferico Transfrontaliero, partecipa alle attività negoziali ed è tenuta al rispetto dei protocolli attuativi della Convenzione che sottoscrive e che successivamente vengono ratificati dal Parlamento. Una mappa nazionale aggiornata e affidabile dei carichi e dei livelli critici costituisce uno strumento fondamentale di supporto a tali attività e a quelle relative alla strategia europea per la lotta all'acidificazione e all'ozono troposferico che hanno avuto come esito, tra l'altro, la Direttiva sui tetti nazionali alle emissioni.

Nel presente rapporto vengono riportati sia i dati di base che le mappe nazionali dei carichi critici e delle eccedenze di tali carichi per i suoli forestali con riferimento all'acidità totale, allo zolfo, all'azoto acidificante e all'azoto nutriente. Vengono inoltre presentati alcuni studi di caso con riferimento alla laguna di Venezia e alla provincia di Bologna.

Le mappe dei carichi critici e delle eccedenze sono pure disponibili al sito www.sinanet.anpa.it.

E' auspicabile che il lavoro qui presentato possa essere quanto prima arricchito e integrato con altri contributi di soggetti nazionali competenti sulla materia, quali quello dell'Istituto di Idrobiologia del CNR di Pallanza riguardante i carichi critici per i laghi alpini.

E' altresì auspicabile che l'analisi venga estesa ad altri recettori quali i manufatti di interesse artistico e storico, la cui protezione non può non costituire una priorità fra gli interventi di salvaguardia e risanamento dell'ambiente e del territorio nel nostro Paese.

Mario Cirillo

Responsabile Unità Interdipartimentale
Censimento delle Fonti di Emissione

Indice

INTRODUZIONE	I
1. I CONCETTI DI CARICO E DI LIVELLO CRITICO E DI ECCEDENZIA	5
1.1 Inserimento della tematica nel contesto internazionale	5
1.2 La stima del carico critico	7
1.3 La stima del livello critico	10
1.4 La disaggregazione spaziale : il reticolato EMEP	11
1.5 Il concetto di eccedenza e la sua valutazione	13
2.1 DATI DI BASE	15
2.1 Carta della percentuale di territorio italiano compresa nel reticolato EMEP	15
2.2 Carta del territorio italiano coperto da elementi sensibili	16
2.3 Carta dell'uso del suolo	17
2.4 Carta delle precipitazioni	20
2.5 Carta dei suoli	22
2.6 Carta delle temperature	25
2.7 Carta della deposizione dei cationi basici	27
2.8 Carta della rimozione dei cationi basici	29
2.9 Carta del rilascio dei cationi basici da parte dei suoli	31
2.10 I limiti provinciali	32
2.11 Perdite di azoto attraverso gli incendi	43
2.12 Quantità di azoto immobilizzato dal materiale organico del suolo	55
2.13 Quantità di azoto rimosso dalla biomassa vegetale e animale	67
2.14 Quantità di azoto rilasciato all'atmosfera attraverso i processi di denitrificazione	79
2.15 Quantità di azoto rilasciato all'atmosfera attraverso i processi di volatilizzazione	92
2.16 Quantità di azoto percolato dalla zona radicale	103
2.17 Quantità di azoto fissato mediante fissazione biologica	115
3. LE MAPPE NAZIONALI DEI CARICHI CRITICI E DELLE ECCEDENZIE	129
3.1 Acidità totale	129
3.1.a Mappa del carico critico	130
3.1.b Mappa dell'eccedenza	131
3.2 Zolfo	132
3.2.a Mappa del carico critico	132
3.2.b Mappa dell'eccedenza	133
3.3 Azoto acidificante	134
3.3.a Mappa del carico critico	134
3.3.b Mappa dell'eccedenza	135
3.4 Azoto nutriente	136
3.4.a Mappa del carico critico	136
3.4.b Mappa dell'eccedenza	138
3.4.c Quadro complessivo dell'acidificazione e dell'eutrofizzazione	139

4. STUDI DI CASO	141
4.1 Azoto nutriente nella laguna di Venezia	141
4.1.a Mappa del carico critico	142
4.1.b Mappa dell'eccedenza	143
4.2 Metalli pesanti nella provincia di Bologna	144
4.2.a Mappa del carico critico di Cadmio	144
4.2.b Mappa dell'eccedenza di Cadmio	145
4.2.c Mappa del carico critico di Piombo	146
4.2.D Mappa dell'eccedenza di Piombo	147
ALLEGATI	
Allegato 1	149
Allegato 2	151
Allegato 3	153
Allegato 4	155
Allegato 5	157
Allegato 6	159
Allegato 7	161
Allegato 8	163
Appendice A	165
Appendice B	167
BIBLIOGRAFIA	169

Introduzione

I processi di combustione (nell'industria, negli autoveicoli, per la produzione di energia elettrica, per il riscaldamento domestico), i processi industriali, le attività vulcaniche e particolari attività microbiche, determinano emissioni nell'atmosfera di composti dello zolfo¹, dell'azoto² e di altri inquinanti (metalli pesanti, composti organici) che tal quali, o come prodotti di processi chimico-fisici, dall'atmosfera vengono trasferiti al suolo e alle acque con le deposizioni³ e provocano effetti dannosi sull'ambiente. I composti dello zolfo e dell'azoto sono causa di fenomeni di acidificazione e di eutrofizzazione; l'ozono presente nella atmosfera, che si forma a partire dai composti organici volatili e dagli ossidi di azoto in presenza di radiazione solare, può causare danni alla salute, alla vegetazione e cali di resa nei raccolti; alcune sostanze inquinanti sono anche causa di fenomeni di corrosione e deterioramento dei materiali e quindi del patrimonio artistico; anche inquinanti presenti in traccia (metalli pesanti, composti organici persistenti) infine, sono tossici per l'uomo e per l'ambiente.

Le sostanze trasportate in atmosfera fanno sentire i loro effetti negativi sul suolo, sulla vegetazione, sulle acque sia superficiali che sotterranee e sui manufatti, anche a distanze di centinaia e migliaia di chilometri dal punto di emissione, spesso in paesi diversi da quelli in cui si è originata l'emissione che le ha prodotte.

Se si pensa che il 75% dello zolfo, il 70% degli ossidi di azoto e il 47% dell'ammoniaca emessi in Italia viaggiano oltre i confini nazionali andando a deporsi in altri paesi, e che per contro il 58% dello zolfo, il 30% degli ossidi di azoto e il 12% dell'ammoniaca che si depone sul nostro territorio, proviene da altri paesi (stime EMEP per il 1997), appare evidente come il problema dell'inquinamento atmosferico non può essere risolto solo su scala nazionale.

La problematica dell'inquinamento transfrontaliero ha cominciato ad assumere peso fin dagli anni 60 quando per la prima volta si collegarono i danni provocati dal fenomeno dell'acidificazione (in particolare la diminuzione del potere tampone delle acque superficiali) riscontrati in alcuni laghi scandinavi con le emissioni di ossidi di zolfo provenienti dal continente europeo. L'idea fu portata avanti dalla scienziato svedese Svante Odèn, e fu oggetto di discussione alla conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente globale che si tenne a Stoccolma nel 1972 (Sverdrup et al, 1995). Pur essendoci ancora molto scetticismo sul fatto che gli inquinanti potessero causare danni anche a migliaia chilometri di distanza dal punto di emissione, in quell'occasione parecchi Paesi sottoscrissero il principio che le nazioni non dovevano intraprendere attività che potessero arrecare danno oltre i propri confini.

Nel 1977 anche l'OECD⁴ presentò un rapporto nel quale venivano confermate le teorie

¹ SO₂ (anidride solforosa) e SO₃ (anidride solforica), indicati complessivamente con il termine SO_x, (ossidi di zolfo).

² NO (monossido di azoto) e NO₂ (biossido di azoto), indicati come NO_x, (ossidi di azoto), NH₃ (ammoniaca);

³ Il termine deposizione comprende tre fenomeni distinti: la *deposizione umida*, la *deposizione secca* e la *deposizione occulta*

La *deposizione umida*, può verificarsi anche in zone lontane dalla sorgente, gli inquinanti originariamente emessi (denominati inquinanti primari) presenti nell'aria si combinano con l'umidità atmosferica (pioggia, neve, grandine, nebbia) dando luogo a altre sostanze (indicate con il termine di inquinanti secondari). Il fenomeno di deposizione umida consta sostanzialmente di due fasi: un processo di inglobamento delle particelle nelle minuscole goccioline che costituiscono la nube per nucleazione, diffusione o impatto (rainout) e un processo di trascinalimento delle particelle sottostanti la nube al momento in cui avviene la precipitazione (washout).

Il processo di *deposizione secca* consiste nel trasferimento dell'inquinante dall'aria alla superficie sottostante. In questo processo è coinvolto il materiale presente in aria nelle immediate vicinanze del suolo. La deposizione è dovuta al trasferimento dell'inquinante dallo strato turbolento immediatamente sovrastante la superficie allo strato immediatamente in contatto con essa. Il successivo trasferimento alla superficie può avvenire per impatto, assorbimento o passaggio in soluzione. La deposizione secca è particolarmente rilevante in prossimità della sorgente di emissione.

Per *deposizione occulta* si intende la deposizione di goccioline di nebbia o nube, che non vengono raccolte efficacemente dai campionatori convenzionali di precipitazione e il cui apporto non è quindi compreso nei bilanci della deposizione chimica. Mentre la pioggia esercita un effetto dilavante, le goccioline di nebbia e nube, date le piccole dimensioni rimangono a contatto con le superfici su cui si depositano per un tempo relativamente lungo, aggravando così le conseguenze negative legate al fenomeno.

⁴ Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (di cui fanno parte 29 paesi industrializzati)

dello scienziato svedese; quindi, allo scopo di proteggere l'ambiente e la salute dell'uomo dall'azione transfrontaliera dei vari inquinanti chimici, i paesi membri dell'UN/ECE⁵ firmano a Ginevra, il 13 novembre 1979, la Convenzione sull'Inquinamento Atmosferico Transfrontaliero a Lunga distanza (Long-Range Transboundary Air Pollution). (Violetto G., 1997; Cirillo M.C. 1998)

La Convenzione di Ginevra ha dato vita a impegni a livello internazionale di riduzione delle emissioni di inquinanti atmosferici (Protocolli). Per stabilire le quote di riduzione delle emissioni per ciascun paese è stato messo a punto un approccio orientato al recettore, basato sulla sensibilità alle deposizioni di specie inquinanti, o alle loro concentrazioni al suolo, denominato l'approccio basato sugli effetti. Tale approccio valuta la sensibilità dell'ambiente verso un certo inquinante (sensibilità rappresentata dal carico critico) e poi stima la deposizione di tale inquinante che può essere sostenuta senza causare danni all'ambiente, tenendo anche conto dei costi di riduzione delle emissioni.

Le informazioni sulla sensibilità degli elementi recettori che si ottengono attraverso la misura dei carichi critici, devono essere paragonate con i dati di deposizione degli inquinanti per determinare quali aree ricevono correntemente delle deposizioni che eccedono il valore di carico critico dell'area stessa. Tali aree di eccedenza indicano dove gli attuali valori di deposizione degli inquinanti possono indurre danno agli ecosistemi e quindi quali sono le aree per la cui salvaguardia è indispensabile intervenire. Le aree di eccedenza non necessariamente verranno a coincidere con le aree caratterizzate dal carico critico più basso, cioè le aree più sensibili, (anche se queste saranno le più probabili), in quanto la criticità della situazione del territorio sarà determinata dalla combinazione dei due fattori: carico critico e deposizione.

Parimenti la sensibilità ad inquinanti presenti in atmosfera (ad esempio l'ozono, che si forma a partire dai composti organici volatili e dagli ossidi di azoto in presenza di radiazione solare, può causare danni alla salute, alla vegetazione e cali di resa nei raccolti) può essere analizzata con l'approccio detto dei livelli critici

Ad oggi nell'ambito delle attività previste dalla Convenzione di Ginevra, sono stati considerati carichi critici per l'acidità totale delle deposizioni, per lo zolfo (nei riguardi dell'effetto acidificante), per l'azoto (sia rispetto all'effetto acidificante che eutrofizzante) e per i metalli pesanti. I recettori presi in considerazione sono stati i suoli forestali, le acque interne e marine, e i materiali. I livelli critici hanno riguardato varie sostanze gassose quali anidride solforosa, ossidi di azoto e ammoniaca, ma soprattutto ci si è focalizzati sull'ozono per i suoi effetti sia sulla salute umana che su vari ecosistemi vegetali (colture agricole in termini di resa, foreste in termini di danno vero e proprio)

I Paesi aderenti alla Convenzione di Ginevra hanno istituito dei Centri Focali Nazionali (NFC) al fine di sviluppare, raccogliere e revisionare i dati nazionali e presentarli sotto forma di mappe, in cui il territorio è suddiviso in griglie, ad ognuna delle quali è assegnata una certa sensibilità verso la deposizione di una data specie chimica. Dal 1992 in Italia è stata avviata l'operazione di mappatura dei carichi critici sul territorio nazionale, che vede tutt'ora impegnati svariati attori: ANPA, ENEA, ENEL, CNR, Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Università.

In questo lavoro viene presentata una rassegna di quanto ad oggi è stato prodotto per l'Italia, con riferimento ai carichi critici e alle relative eccedenze, si accennerà a quanto si sta producendo e a quanto è in fase di progettazione per rispondere sia alle esigenze della comunità internazionale che alle peculiarità del nostro Paese.

I dati di mappatura riportati riguardano i carichi critici relativi a più di un inquinante: in par-

⁵ UN/ECE è l'acronimo di "United Nations Economic Commission for Europe. La Commissione Economica per l'Europa, ECE, è una commissione regionale delle Nazioni Unite a cui aderiscono i Paesi Europei più gli Stati Uniti d'America, il Canada ed Israele, per un totale di 54 paesi.

icolare acidità totale, zolfo, azoto (sia per il suo effetto acidificante che per il suo effetto eutrofizzante) e (come esposizione di studi di caso) i metalli pesanti. Il calcolo è stato effettuato prendendo in considerazione elementi recettori di diversa natura (suoli forestali per tutto il territorio nazionale, e per uno studio di caso anche le acque marine). Le mappe nazionali sono realizzate facendo riferimento a un reticolo geografico con maglie quadrate di 50 km di lato, indicato come reticolo EMEP 50x50⁶, e per ciascuna cella viene fornito il pentile (dal greco penta + percentile, cioè il 5°percentile), vale a dire il limite di deposizione rimanendo al di sotto del quale si assicura la protezione del 95 % degli elementi recettori presenti. Pertanto deposizioni di quantità superiori al valore del carico critico determineranno un grado di protezione degli elementi recettori minore del 95%.

Sono in via di preparazione mappe nazionali dei carichi critici dei metalli pesanti e mappe di livelli critici per l'ozono.

E' in via di realizzazione, attraverso una collaborazione ANPA- ICR (Istituto Centrale del Restauro) la realizzazione della mappatura dei carichi e dei livelli critici per i principali inquinanti atmosferici, acidità, composti dell'azoto, dello zolfo e ozono e particolato, considerando come elementi recettori i beni di interesse storico-artistico presenti sul territorio nazionale.

⁶ Tale reticolo è quello che viene utilizzato dal programma europeo EMEP per rappresentare i valori di emissione in Europa, originariamente era composto di maglie quadrate di lato 150 km, successivamente ognuna è stata suddivisa in 9 maglie di 50 km di lato. Trattandosi di maglie quadrate, esse non coincidono con i meridiani e i par alleli, ma sono invece basate sulle cosiddette proiezioni stereografiche polari.

I. I concetti di carico critico, di livello critico e di eccedenza

I.1 Inserimento della tematica nel contesto internazionale.

Allo scopo di proteggere l'ambiente e la salute dell'uomo dagli effetti dovuti al trasporto transfrontaliero di vari inquinanti chimici, i Paesi membri dell'UN/ECE hanno firmato a Ginevra, il 13 novembre 1979, la Convenzione sull'Inquinamento Atmosferico Transfrontaliero a Lunga Distanza (Long-Range Transboundary Air Pollution).

La Convenzione costituisce un quadro di riferimento al fine di consolidare ed estendere la cooperazione internazionale a livello scientifico, economico e tecnologico, nell'ottica del controllo e riduzione dell'inquinamento atmosferico transfrontaliero.

La Convenzione di Ginevra è una convenzione quadro, ossia un trattato in cui le parti che vi aderiscono riconoscono i problemi posti dall'inquinamento atmosferico transfrontaliero e si impegnano a intraprendere azioni per ridurre tale inquinamento. A questo proposito sono stati messi a punto degli strumenti operativi, i Protocolli, approvati dalla maggior parte dei Paesi firmatari della Convenzione.

I protocolli attuativi della Convenzione di Ginevra

Il Protocollo EMEP (Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long Range Transmission of Air Pollutants in Europe)

Il Protocollo sul finanziamento a lungo termine del Programma cooperativo per il controllo e la valutazione del trasporto transfrontaliero degli inquinanti atmosferici in Europa (EMEP) è stato firmato a Ginevra il 28 settembre 1984 e ratificato dal Parlamento italiano con la legge n. 488 del 27 ottobre 1988. Il Protocollo prevede che i Paesi membri facciano pervenire annualmente i propri contributi scientifici alla banca dati dell'EMEP; attualmente 35 paesi fanno parte di questo protocollo insieme alla Unione Europea e all'Organizzazione Mondiale di Meteorologia.

Il protocollo di Helsinki sullo zolfo del 1985

Il Protocollo sulla riduzione delle emissioni di zolfo o dei loro flussi transfrontalieri firmato a Helsinki l'8 luglio 1985 e ratificato dal Parlamento italiano con la legge n. 487 del 27 ottobre 1988, prevede la riduzione, entro il 1993, delle emissioni nazionali di zolfo del 30%, con riferimento alle emissioni dichiarate nel 1980 dai Paesi firmatari.

Il Protocollo di Sofia sugli ossidi di azoto del 1988

Il Protocollo sulla riduzione delle emissioni degli ossidi di azoto o dei loro flussi transfrontalieri, è stato firmato a Sofia il 31 ottobre 1988 e ratificato dal Parlamento italiano con la legge n. 39 del 7 gennaio 1992; questo Protocollo prevede la stabilizzazione, entro il 1994, delle emissioni nazionali di ossidi di azoto rispetto alle emissioni dichiarate nel 1987 dai Paesi firmatari (l'Italia si è inoltre assunta, mediante dichiarazione governativa, l'impegno di ridurre ulteriormente le emissioni di ossidi di azoto, entro il 1998, del 30% rispetto ai livelli di un anno a scelta nel periodo 1980-1986).

Il Protocollo di Ginevra sui Composti Organici Volatili non metanici (COVNM) del 1991

Il Protocollo sulla riduzione delle emissioni dei composti organici volatili non metanici (COVNM) o dei loro flussi transfrontalieri, è stato firmato a Ginevra il 19 novembre 1991 e ratificato dal Parlamento italiano con la legge n. 146 del 12 aprile 1995. Il Protocollo prevede la riduzione, entro il 1999, delle emissioni nazionali di COVNM del 30% rispetto alle emissioni dichiarate nel 1990 dai Paesi firmatari.

Il Protocollo di Oslo su ulteriori riduzioni delle emissioni di zolfo del 1994

Il Protocollo per un'ulteriore riduzione delle emissioni di zolfo o dei loro flussi transfrontalieri, è stato firmato a Oslo il 14 giugno 1994 ed è stato ratificato dal Parlamento Italiano con la legge n. 207 del 18 giugno 1998. Il Protocollo prevede per l'Italia la riduzione delle emissioni nazionali di zolfo del 65% entro il 2000 e del 73% entro il 2005, rispetto alle emissioni dichiarate nel 1980.

Il Protocollo di Aarhus sui metalli pesanti del 1998

Il Protocollo sui metalli pesanti firmato a Aarhus nel 1998 è attualmente limitato a Cadmio, Piombo e Mercurio, e prevede la riduzione delle emissioni e misure di controllo sulle fonti fisse e sui prodotti.

Il Protocollo di Aarhus sugli Inquinanti Organici persistenti (POP) del 1998

Il Protocollo sugli Inquinanti Organici Persistenti, è stato firmato ad Aarhus il 24 giugno 1998. Attualmente è limitato alle seguenti sedici sostanze: Aldrin, Clordano, Clordecone, DDT, Dieldrin, Endrin, Eptacloro, Esabromobifenile, Esaclorobenzene, Mirex, PCB, Toxafene, Lindano, IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici), Diossine, Furani. Prevede la riduzione delle emissioni, misure restrittive su alcune sostanze, misure di controllo sulle fonti fisse e mobili.

Il Protocollo di Goteborg su acidificazione, eutrofizzazione e ozono del 1999

Il Protocollo per abbattere acidificazione, eutrofizzazione e ozono troposferico è stato firmato a Gothemburg il 1° dicembre 1999. Prevede riduzioni delle emissioni di zolfo, ossidi di azoto, composti organici volatili ed ammoniacca entro il 2010, misure di controllo su fonti fisse e mobili, sui prodotti contenenti COV e sull'ammoniaca.

Dal momento della firma della Convenzione ad oggi, le conoscenze scientifiche sull'inquinamento atmosferico e sui suoi effetti sono notevolmente progredite, e ciò si è naturalmente riflesso sui protocolli che sono stati successivamente adottati. Da un lato è andato sempre più crescendo il numero di inquinanti considerati di interesse ai fini del conseguimento degli obiettivi della Convenzione, dall'altro la strategia di riduzione delle emissioni delle sostanze inquinanti è passata da un approccio puramente quantitativo basato su riduzioni indifferenziate (in pratica tutti i Paesi che aderiscono al protocollo devono stabilizzare le loro emissioni o ridurle di una certa percentuale fissata ed uguale per tutti) ad un approccio basato sugli effetti, in cui le riduzioni vengono fissate a seconda della capacità o meno dei sistemi recettori di tollerare certe deposizioni di inquinante (cioè le quote di riduzione sono differenziate tra i vari paesi e dipendono dalla sensibilità delle diverse porzioni di territorio alle deposizioni di sostanze inquinanti, e dalla responsabilità dei diversi paesi nel determinare eventuali eccedenze dei carichi e dei livelli critici).

Nel 1988, quindi, la Convenzione UN/ECE sull'Inquinamento Atmosferico Transfrontaliero a Lunga Distanza ha adottato i concetti di carico e livello critico, assumendoli come base dello sviluppo futuro degli accordi internazionali concernenti i limiti alle emissioni degli inquinanti dell'aria.

La definizione di **carico critico** adottata dall'UN/ECE è: *“una stima quantitativa dell'esposizione di uno o più inquinanti, al di sotto della quale non avvengono significativi effetti dannosi sugli elementi sensibili dell'ambiente, in accordo con le attuali conoscenze”* (UN/ECE 1988). Il termine carico critico si riferisce solo alle deposizioni degli inquinanti. I carichi critici sono derivati da dati di tossicità o di vulnerabilità riferiti al recettore considerato. Le soglie sono scelte ad un livello corrispondente a “nessun effetto”.

La soglia delle esposizioni alle concentrazioni di gas è chiamata **livello critico**, definito come *“la concentrazione degli inquinanti in atmosfera al di sopra della quale, in accordo con le attuali conoscenze, possono avvenire effetti dannosi ai recettori, quali esseri umani, piante, ecosistemi o materiali”* (UN/ECE 1988).

Si parlerà di carico critico di acidità (sensibilità dei recettori al contenuto acido delle deposizioni dovuto alla presenza sia di composti dello zolfo che di composti dell'azoto), di carico critico di zolfo (sensibilità degli ecosistemi recettori al contenuto di composti dello zolfo nelle deposizioni), di carico critico di azoto acidificante (sensibilità degli elementi recettori al contenuto di composti dell'azoto nelle deposizioni relativamente al loro contributo al fenomeno dell'acidificazione), di carico critico di azoto nutriente (sensibilità degli elementi recettori al contenuto dei composti dell'azoto nelle deposizioni relativamente al loro contributo al fenomeno dell'eutrofizzazione), di carico critico di metalli pesanti (sensibilità degli elementi recettori al contenuto di metalli pesanti nelle deposizioni). Il carico critico ha le dimensioni di una deposizione (quantità di inquinante per unità di superficie e per unità di tempo).

Si parlerà di livello critico per tutte quelle sostanze che sono presenti in atmosfera come ad esempio l'ozono, l'anidride solforosa, l'ammoniaca etc. che provocano effetti dannosi su piante, ecosistemi, materiali e uomo; il livello critico ha le dimensioni di una concentrazione (quantità di inquinante per unità di volume) per unità di tempo.

L'idea che è alla base dei concetti di carico critico e di livello critico è quindi quella di bilanciare la deposizione di inquinante nel caso del carico critico, o la concentrazione in atmosfera per il livello critico, alle quali l'elemento recettore preso in considerazione si trova ad essere esposto con la capacità dello stesso (si tratti di un ecosistema o di materiale inerte quale quello dei monumenti) a tamponare tale input.

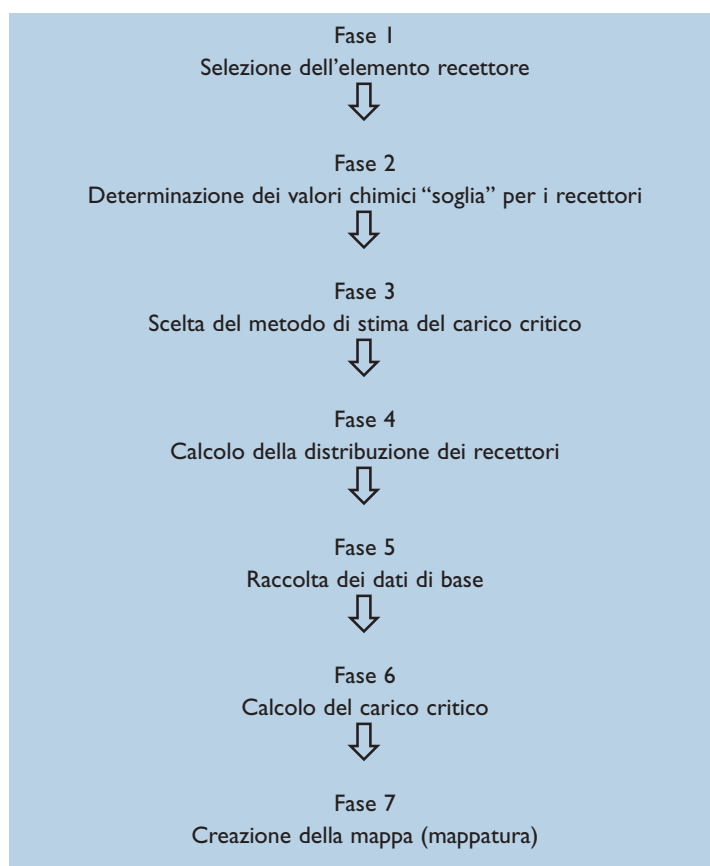
L'approccio dei carichi critici per individuare le quote di riduzione alle emissioni nazionali in una realtà sopranazionale è stato esportato anche nell'Unione Europea. Dall'inizio degli anni 90 infatti la Commissione Europea è stata impegnata nella messa a punto di una strategia per combattere l'acidificazione nei Paesi dell'Unione Europea e di una prima strategia per limita-

re i fenomeni di formazione dello smog fotochimico con particolare riferimento all'ozono. Il quinto programma d'azione ambientale dell'Unione Europea prevede infatti fra i suoi obiettivi, il non superamento dei carichi critici di acidità entro il 2000.

A partire dal quinto Programma in Europa sono state messe a punto le strategie sull'acidificazione e sull'ozono che hanno portato fra l'altro alla finalizzazione della così detta direttiva NEC (National Emission Ceiling). La direttiva NEC pone dei tetti alle emissioni di quattro precursori dell'ozono, composti acidificanti e eutrofizzanti: ossidi di zolfo, ossidi di azoto, composti organici volatili e ammoniaca. Tali riduzioni nelle emissioni porteranno come risultato al 2010 un marcato abbattimento dei danni causati dall'inquinamento atmosferico nell'Unione Europea.

1.2 La stima del carico critico

La stima del carico critico che culmina con l'operazione finale della sua mappatura è un processo piuttosto complesso che si svolge attraverso la successione di fasi diverse e che può essere schematizzato con il seguente diagramma di flusso.



Fase 1: Selezione dell'elemento recettore

Il recettore viene definito come un ecosistema o qualsiasi altro elemento sensibile che potenzialmente subisce l'impatto della deposizione atmosferica, può essere un ecosistema terrestre, possono essere acque superficiali o acque profonde, acque marine, o si può trattare anche di materiali: materiali da costruzione, industriali, beni culturali e opere di interesse artistico.

Fase 2: determinazione dei valori chimici "soglia" nei recettori

Definire dei valori chimici soglia riferiti all'elemento recettore prescelto, vuol dire trovare dei valori dei parametri chimici caratterizzanti lo stato dello stesso, sia esso suolo, acqua superficiale, acqua profonda, materiale di interesse industriale o storico-culturale, al di là dei quali si manifestano effetti negativi. Ad esempio nel caso degli ecosistemi forestali o acquatici gli effetti vengono evidenziati da variazioni della flora e /o della fauna; per ecosistemi di questo tipo si focalizza l'attenzione ad esempio sulla crescita e la vitalità delle specie arboree in un caso, o delle specie dei pesci presenti nell'altro. Gli effetti dannosi possono inoltre riguardare standard di qualità per la potabilità dell'acqua, se l'elemento recettore preso in considerazione sono le acque profonde oppure standard di qualità per la prevenzione dalla corrosione nel caso si focalizzi l'attenzione sui materiali.

Questa fase del processo è di primaria importanza nel computo finale del carico critico, in quanto è proprio a questo punto che viene associato un danno o un qualsiasi altro effetto negativo ad un valore di un parametro chimico, che non si dovrà superare se si vuole tutelare lo stato del recettore; il carico critico poi correlerà i valori soglia dei parametri chimici caratterizzanti lo stato del recettore prescelto, definiti in questa fase, con la deposizione di questa o quella sostanza. Per individuare i valori soglia devono essere condotte campagne sperimentali opportunamente pianificate.

Fase 3: scelta del metodo di stima del carico critico

Le metodologie di stima sono state messe a punto dalla fine degli anni 80 ad oggi dalla Task Force on Mapping, l'organismo della Convenzione di Ginevra sull'Inquinamento atmosferico transfrontaliero, preposto a tale scopo. Periodicamente la Task Force on Mapping, redige manuali contenenti le indicazioni sulle metodiche alle quali i Paesi membri devono attenersi per partecipare all'operazione di mappatura

Per la stima dei carichi critici si considerano (UBA, 1996) differenti metodologie, corrispondenti a differenti livelli di sofisticazione:

Metodi empirici. Sono metodi semi-quantitativi che associano un intervallo di valori di carico critico all'elemento recettore preso in considerazione, sulla base dell'osservazione dei cambiamenti visibili ad esempio nella vegetazione, nella fauna, nella biodiversità, nelle caratteristiche strutturali etc.; come si può intuire la valutazione del carico critico effettuata in questo modo porta ad un risultato, che anche se abbastanza approssimato, consente comunque di poter valutare, pur se per intervalli piuttosto ampi, la sensibilità di una certa regione; tale metodologia risulta consigliabile ogni qual volta si voglia effettuare una prima analisi del problema, eventualmente approfondibile nel caso si evidenziasse una situazione a rischio.

Metodi stazionari. Sono metodi che assegnano valori di carico critico ipotizzando una situazione con interazioni chimiche indipendenti dalla variabile temporale. Questi metodi sono particolarmente adatti per il calcolo dei carichi critici di lungo termine. In sostanza questa tipologia di stima potrà fornire informazioni su quante e quali aree subiscono danni da una certa deposizione di inquinante sul lungo periodo, ma nel contempo non consente di descrivere in quanto tempo e come si perviene ad una situazione prossima alla criticità o che ha oltrepassato tale soglia, e non tiene conto delle possibili variazioni delle caratteristiche e delle proprietà del recettore considerato.

Possono essere presi in considerazione due diversi tipologie di metodi stazionari:

1) le metodologie che considerano l'elemento recettore come un unico comparto all'inter-

no del quale le variabili chimico-fisiche si possono considerare costanti, ad esempio un solo strato di suolo, come lo Steady-State Mass Balance (SSMB); sono state le più utilizzate per produrre le mappe dei carichi critici di acidità totale, di azoto nutriente e dei metalli pesanti. Lo SSMB è anche chiamato Simple Mass Balance (SMB) per sottolineare che la descrizione dei processi biochimici implicati è semplificata; nell'SMB l'elemento recettore è considerato come un singolo comparto omogeneo nel quale le variabili chimiche sono poste come costanti in tutte le direzioni.

2) le metodologie multi-strato, come il PROFILE o il MACAL, che permettono di calcolare i valori delle variabili chimico-fisiche, prendendo in considerazione la disomogeneità del recettore stesso. Facendo un esempio concreto, nel caso in cui l'elemento recettore sia il suolo le metodologie SMB lo considerano come un unico strato omogeneo di profondità limitata a quella della zona radicale, in cui tutte le variabili chimico-fisiche sono poste come costanti nelle tre direzioni, mentre le metodologie del secondo tipo considerano il suolo a varie profondità e ad ognuno di questi strati associano valori diversi delle variabili chimico-fisiche. L'inconveniente di metodologie di quest'ultimo tipo, logicamente molto più precise delle prime, è che richiedono una grandissima quantità di dati, solitamente poco conosciuti e perciò non risultano sempre di immediato utilizzo.

Metodi dinamici. Questi metodi consentono di calcolare i carichi critici in relazione a processi per i quali viene inserita tra le altre anche la variabile temporale. Essi sono molto complessi, e sono consigliati qualora ci si trovi di fronte a delle situazioni particolarmente critiche, per le quali occorra una analisi più dettagliata di quella fornita dai metodi stazionari.

In sostanza mentre i modelli stazionari forniscono una fotografia di quella che è la situazione di tollerabilità a regime e a parametri costanti per quanto riguarda caratteristiche e proprietà del territorio considerato, i modelli dinamici, invece, sono particolarmente utili per stabilire anche il periodo di tempo prima che un certo valore critico venga raggiunto e inoltre tengono conto anche delle possibili variazioni dei suddetti parametri caratteristici. Facendo un esempio concreto utilizzando un modello di stato stazionario ad esempio per delle foreste, verranno evidenziate quelle aree per le quali le attuali deposizioni superino il carico critico. Se viceversa si utilizza un modello dinamico si potranno sviluppare anche degli scenari futuri a scadenze temporali definite che mostrino la sensibilità del territorio in tempi e condizioni diversi dagli attuali.

La totalità dei paesi aderenti alla Convenzione di Ginevra che partecipano attivamente all'operazione di mappatura, oramai adotta correntemente metodologie di tipo SMB, solo pochissimi paesi stanno testando modelli dinamici, magari su territori limitati.

Fase 4: calcolo della distribuzione dei recettori

La determinazione quantitativa dei recettori presenti e delle porzioni di territorio (in termini di superficie) da essi occupata, all'interno dell'unità territoriale minima scelta nell'operazione di mappatura, si può facilmente realizzare attraverso l'intersezione, nell'ambito di un Sistema Informativo Geografico (GIS), di opportune mappe tematiche digitali. Nel caso delle mappe presentate in questo studio non sempre, anzi solo in casi limitati ciò è risultato possibile, ma spesso si sono dovuti reperire ex novo dati anche di provenienza diversa, elaborarli secondo criteri standard e creare delle carte tematiche.

Fase 5: raccolta dei dati di base

La raccolta dei dati di base rilevanti per la tipologia del metodo di stima scelto, per tutti i recettori considerati secondo il livello di disaggregazione spaziale richiesto, è la fase che richiede maggior tempo e che presenta una discreta difficoltà; i dati di base possono essere di natura svariata: vanno dai dati atmosferici, ai dati idrogeologici, ai dati riguardanti caratteristiche vegetazionali e del suolo, ai dati geomorfologici e strutturali, e comprendono tutte quelle caratteristiche che in qualche modo influenzano il ciclo degli inquinanti di cui si va a considerare il carico critico. Da considerare che i dati di base da reperire devono essere il

più possibile omogenei e confrontabili per tutto il territorio sul quale si deve eseguire l'operazione di mappatura del carico critico.

Fase 6: calcolo del carico critico

In questa fase vanno calcolati i valori dei parametri rilevanti per la metodologia di stima scelta sia essa una situazione di stato stazionario che di tipo dinamico, tali valori vanno identificati per tutti i recettori presenti sul territorio. Questa fase culmina nel calcolo vero e proprio del valore di carico critico per ogni recettore prescelto e nella eventuale valutazione di quanto venga superata tale soglia di tolleranza e delle aree che mostrano tale superamento.

Fase 7: creazione della mappa di carico critico

La compilazione delle mappe deve avvenire secondo procedure standard che comprendono sia regole sulla risoluzione spaziale (cioè su quanto si debba scendere in dettaglio nello studio delle caratteristiche del territorio oggetto di indagine), sia sulla metodica di calcolo del valore di carico critico associato alla unità minima di risoluzione spaziale, sia sulla rappresentatività del recettore scelto. Quando si calcola, per ogni elemento recettore, un valore di carico critico, si ottengono, per ogni unità della mappa, tanti valori di carico critico quanti sono gli elementi recettori presenti all'interno di tale unità di mappa. Per ottenere un unico valore di carico critico che sia rappresentativo dell'unità territoriale prescelta, da confrontare, nel corso della fase di valutazione delle eccedenze con il corrispondente valore di deposizione, è necessario calcolare un percentile della funzione di distribuzione cumulata dei carichi critici. Viene consigliato di prendere il 5° percentile che garantisce la salvaguardia del 95% dei recettori sensibili presenti. (Allegato I)

1.3 La stima del livello critico

La procedura che si segue per la determinazione dei livelli critici consiste sostanzialmente nell'assegnare, sulla base delle attuali conoscenze di carattere scientifico, una certa esposizione relativa ad un inquinante in atmosfera ad un determinato recettore, presa come soglia massima di tollerabilità (livello critico), e confrontare questo livello con le esposizioni reali o stimate di quell'inquinante, del luogo dove il recettore è presente.

Sono attualmente disponibili procedure riconosciute a livello UN/ECE per determinare livelli critici per il biossido di zolfo (SO₂), gli ossidi di azoto (NO_x), l'ammoniaca (NH₃) e l'ozono (O₃).

Il livello critico per l'ozono è espresso come esposizione cumulata al di sopra di concentrazioni di 40 ppb (AOT40)⁷; l'indice di esposizione è calcolato nel seguente modo:

$$AOT40 = \sum_{i=1}^k h_i (C_i - 40 \text{ ppb}),$$

dove:

k = numero di ore nel periodo di tempo considerato

C_i = concentrazione oraria (ppb) dell'ora i

$$h_i = \begin{cases} 1 & \text{se } C_i > 40 \text{ ppb} \\ 0 & \text{se } C_i \leq 40 \text{ ppb} \end{cases}$$

⁷ AOT40 è l'acronimo di "Accumulated exposure Over a Threshold of 40 ppb".

in relazione alla forte dipendenza delle concentrazioni di ozono troposferico dall'andamento meteorologico viene consigliato di utilizzare, al fine di disporre di un quadro sufficientemente rappresentativo dei valori di concentrazione di ozono relativi ad un periodo non inferiore a 5 anni.

L'AOT40 per le colture agrarie, indicato con AOT40C, è calcolato, su un periodo di tre mesi (in cui è massima la crescita vegetativa, generalmente maggio-giugno-luglio), per quelle ore con cielo sereno e radiazione globale maggiore o uguale a 50 W/m^2 .

Ad ogni valore di AOT40C viene associato un danno, consistente in una perdita di raccolto. Si dimostra (Pleijel H., 1996; Fuhrer J., 1996) che ad un valore di AOT40C uguale a 3.000 ppb-h corrisponde una perdita di raccolto approssimativamente del 5%. Il valore utilizzato per questo indicatore è però supportato solo da dati sperimentali relativi al grano e limitati ad alcuni Paesi del Nord Europa. In particolare, è oggetto di discussione la sua dipendenza dalle condizioni climatiche, che sembrerebbe suggerire una differenziazione dell'indicatore per differenti regioni geografiche. E' pertanto oggetto di studio l'incidenza dei parametri ambientali (temperatura, umidità relativa, precipitazioni, irradianza ecc.) sugli effetti dei livelli di ozono. Ciò dovrebbe consentire di giungere ad una mappatura dei livelli critici dell'ozono (le cosiddette mappe di livello II) più aderente al danno reale causato dall'ozono, e quindi utilizzabile anche per la stima quantitativa del danno economico.

L'AOT40 per le foreste, indicato con AOT40F, è calcolato, su un periodo di sei mesi (aprile-settembre), per quelle ore con cielo sereno e radiazione globale maggiore o uguale a 50 W/m^2 .

Il livello critico individuato per le foreste (latifoglie e conifere), è di 10.000 ppb-h (Fuhrer J., Achermann B., 1994); per la salute umana, infine, in accordo con quanto indicato dall'Organizzazione Mondiale per la Sanità la soglia dell'AOT è stata posta a 60 ppb.

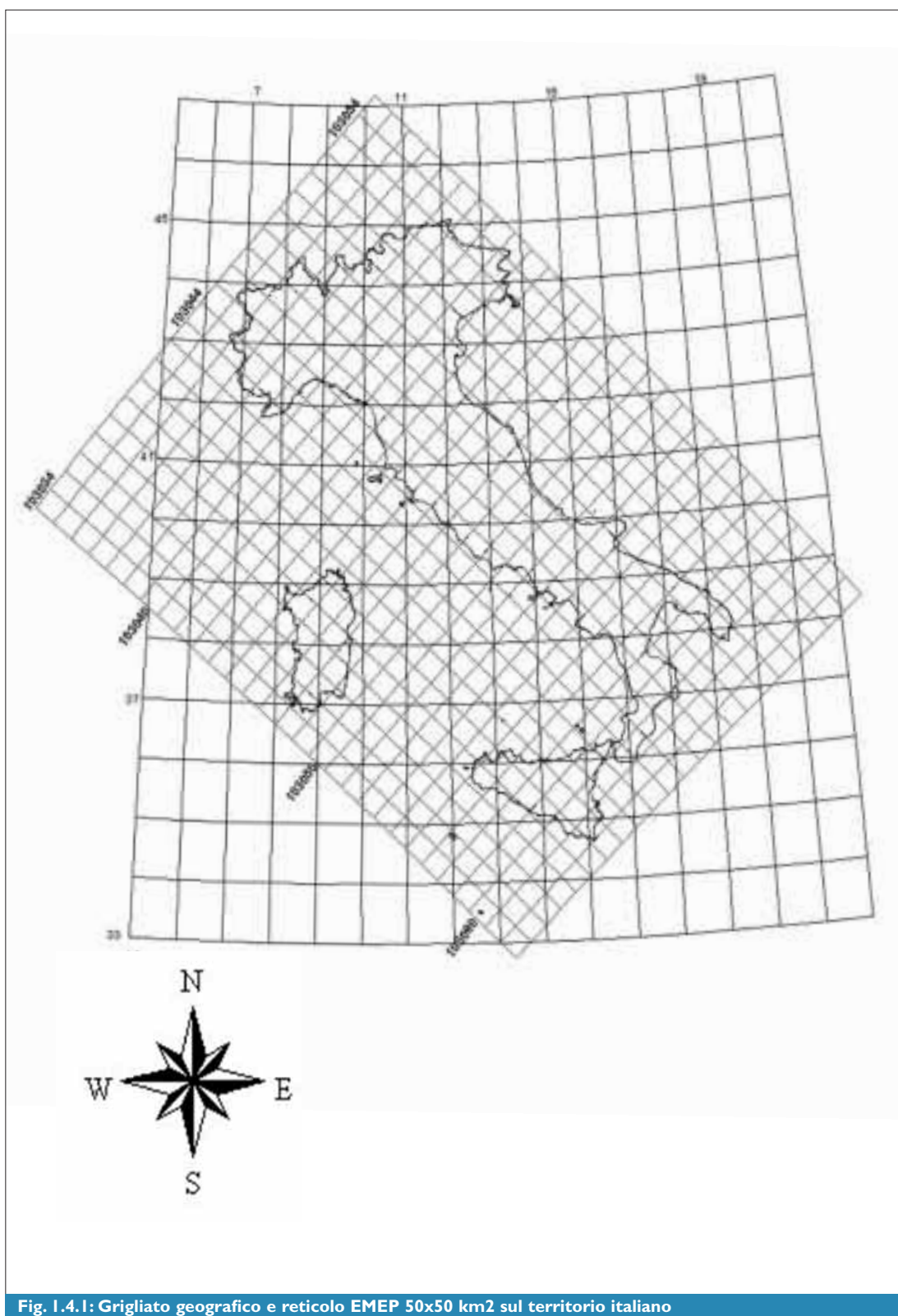
Le mappe dei livelli critici dell'ozono utilizzate per la definizione delle quote di riduzione delle emissioni nell'ambito del protocollo di Goteborg sono state prodotte con il modello EMEP di trasporto e trasformazione fotochimica. E' comunque possibile ricostruire le mappe dei livelli critici a partire dai dati misurati nelle stazioni di monitoraggio mediante metodologie statistiche di calcolo, definite in sede UN/ECE. Tali mappe sono in via di realizzazione sulla base dei dati di misurazione di ozono attualmente disponibili.

1.4 La disaggregazione spaziale : il reticolato EMEP

Per rispondere all'esigenza di rendere utilizzabili nelle negoziazioni internazionali i dati di carico critico di tutti paesi dell'UN/ECE, tutte le mappe di carico critico e di conseguenza anche tutte le mappe relative ai tematismi utilizzate per la loro compilazione, sono state costruite in un primo tempo su un reticolo a maglie quadrate di 150 km di lato, indicato comunemente con il nome di Grigliato EMEP

Questo reticolo viene utilizzato dalla rete EMEP per rappresentare i valori di emissione in Europa. Già da alcuni anni però, le indicazioni dell'UN/ECE hanno spinto i Paesi membri ad aumentare la risoluzione spaziale con la quale fornire le elaborazioni, fino ad un reticolo EMEP 50x50 (ottenuto dall'originario 150x150 suddividendo ogni maglia in 9 maglie di 50 km di lato). Ultimamente, pur restando il reticolo 50x50 la risoluzione ufficiale con cui dall'UN/ECE vengono fornite le mappe ufficiali europee dei carichi critici, alcuni paesi hanno realizzato mappe nazionali con risoluzioni più elevate (per una risoluzione di 1x1 km ogni maglia 50x50 è stata ulteriormente suddivisa in 22500 maglie di 1 km di lato).

Per le modalità pratiche di costruzione del reticolato e per la sua georeferenziazione si rimanda all'Allegato 2



1.5 Il concetto di eccedenza e la sua valutazione

I carichi critici sono calcolati per esprimere, in termini quantitativi, la sensibilità degli elementi recettori siano essi ecosistemi o materiali, alle deposizioni.

Queste informazioni devono essere paragonate con i dati di deposizione degli inquinanti per determinare quali aree ricevono correntemente dei livelli di deposizione che eccedono il valore di carico critico dell'area stessa. Tali aree di eccedenza indicano dove gli attuali livelli di deposizione degli inquinanti possono indurre danni e quindi quali sono le aree per la cui salvaguardia è indispensabile intervenire. Le aree di eccedenza non necessariamente verranno a coincidere con le aree caratterizzate dal carico critico più basso (anche se queste saranno tra le più probabili), in quanto la criticità della situazione del territorio sarà determinata dalla combinazione dei due fattori: carico critico e deposizione.

In concreto il valore dell'eccedenza si ottiene sottraendo, ai valori di deposizione di un certo inquinante relativi alle singole unità territoriali individuate nel processo di mappatura, i corrispondenti valori di carico critico.

Il valore di eccedenza rappresenta la quantità di inquinante che dovrebbe essere rimossa nelle deposizioni affinché il valore del carico critico non venga superato ed è su questo dato che si basa la discussione nei programmi di negoziazione sulle riduzioni delle emissioni.

Stime delle eccedenze per il territorio italiano sono state effettuate sottraendo i valori individuati dalle mappe di carico critico ai valori scaturiti con l'elaborazione di mappe di deposizione calcolate con il modello di deposizione e trasporto dell'EMEP (modello a scala europea) riferiti all'anno 1990.

2. I dati di base

I dati necessari per la compilazione delle mappe di carico critico per l'acidità totale, per lo zolfo, per l'azoto acidificante e nutriente, per i metalli pesanti, sono stati raccolti e organizzati in forma di database georeferenziato. Di seguito vengono presentati sotto forma di tabella o di carta tematica (a seconda della diversa funzionalità) i principali parametri utilizzati per la stima dei carichi critici.

2.1 Carta della percentuale di territorio italiano compresa nel reticolato EMEP

Risoluzione: reticolato EMEP 50x50 km²

Mappa in cui viene riportata la percentuale di maglia 50x50 occupata da terra ferma appartenente al territorio nazionale, con l'esclusione delle percentuali occupate dalle acque costiere, dalle acque interne e da territorio straniero, in quanto queste zone non sono state oggetto di mappatura

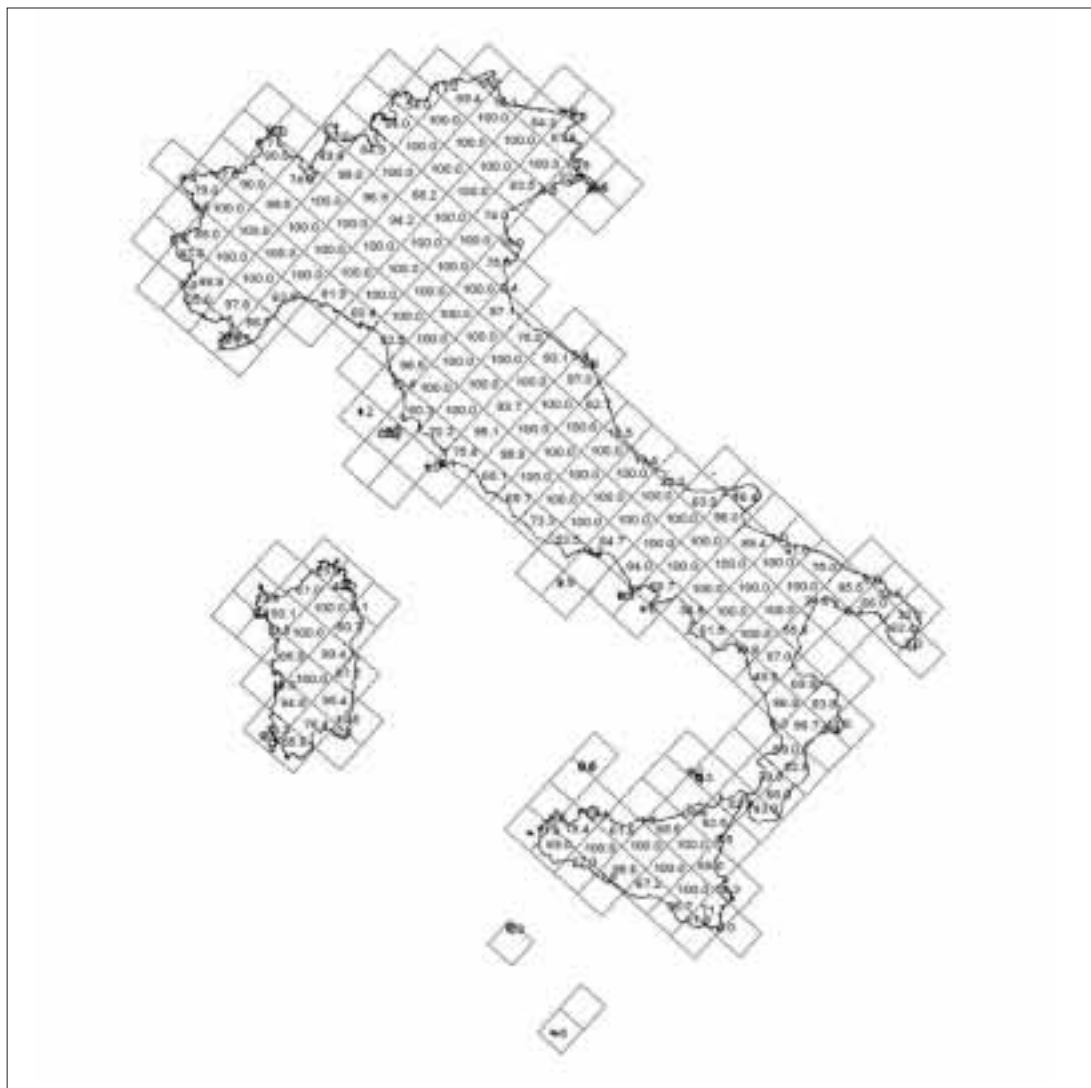


Fig. 2.1.1: Carta della percentuale di territorio italiano compresa nel reticolato EMEP

2.2 Carta del territorio italiano coperto da elementi sensibili

Risoluzione: reticolato EMEP 50x50 km²

Mappa in cui viene riportata la percentuale di maglia 50x50 occupata da elementi nazionali sensibili ai fenomeni dell'acidificazione e dell'eutrofizzazione, con l'esclusione della percentuale di maglia occupata da acque interne, acque costiere, territorio straniero ed ecosistemi non sensibili all'acidificazione e all'eutrofizzazione quali la terra arabile e le aree urbane.

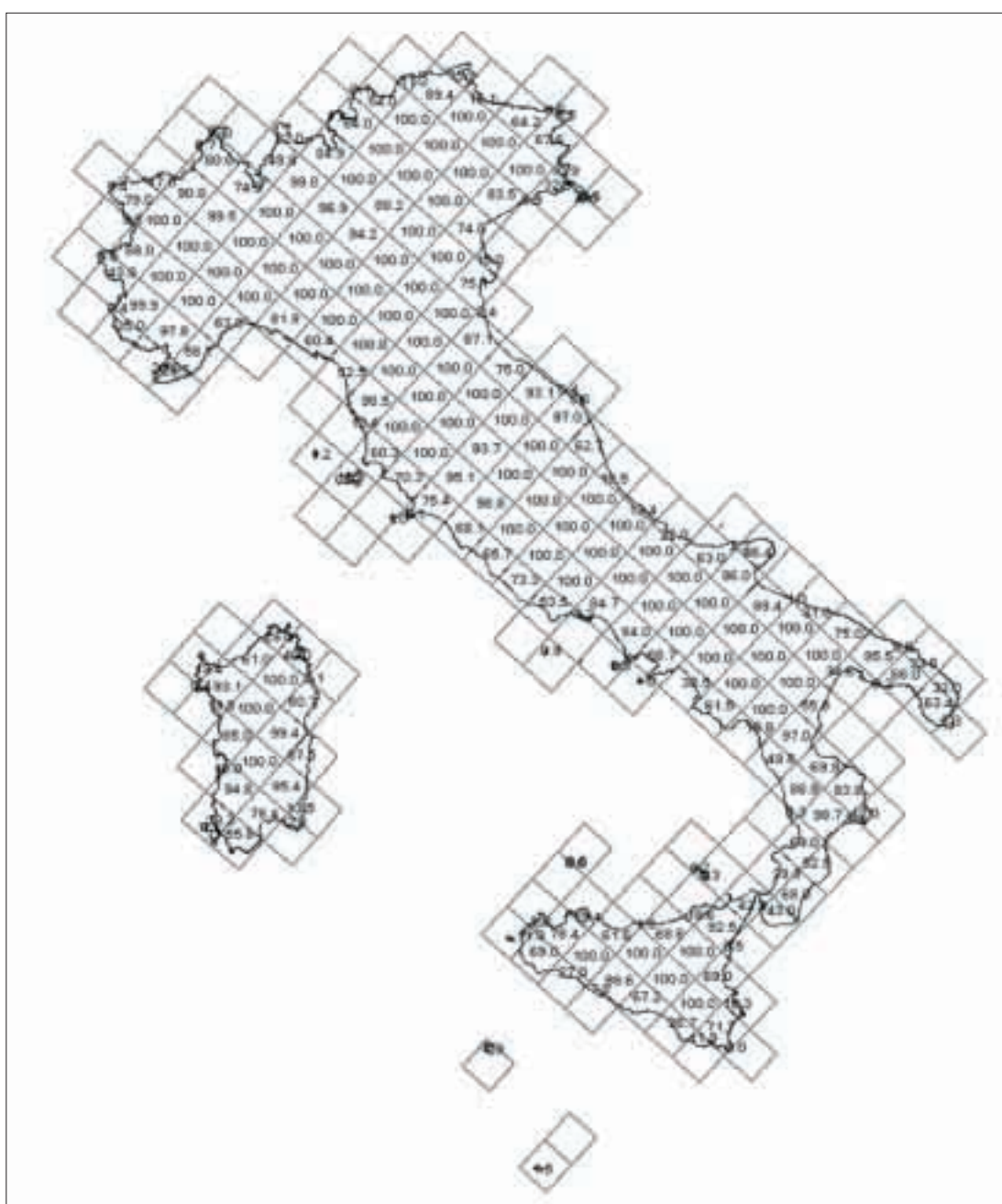


Fig. 2.2.1: Carta del territorio italiano coperto da elementi sensibili

2.3 Carta dell'uso del suolo

Risoluzione: reticolato EMEP 1x1 km²

Per la determinazione dell'uso del suolo si è utilizzata la "Carta della vegetazione reale d'Italia" in scala 1:1.000.000 (Ministero dell'Ambiente 1992) che suddivide il territorio italiano in due grandi regioni con differenti caratteristiche climatiche e dunque vegetazionali, per un totale di 54 fitotipi riconosciuti: la regione Euro-Siberiana, che corrisponde all'area delle Alpi fino al margine inferiore della pianura Padana, e la regione Mediterranea, che comprende la restante parte del territorio.

Sono state successivamente realizzate due elaborazioni differenti della carta di uso del suolo una utilizzata per la stima del carico critico di acidità totale, per il calcolo del carico critico di zolfo e per il calcolo del carico critico di azoto acidificante e un'altra utilizzata per la stima del carico critico di azoto nutriente con diverse aggregazioni delle classi originarie.

In appendice A è riportata la corrispondenza tra le 54 voci originarie e le 4 previste dalla metodologia per il calcolo del carico critico di acidità totale, di zolfo e di azoto acidificante, mentre in appendice B è riportata la corrispondenza tra le 54 voci originarie e le 7 previste dalla metodologia di stima per il calcolo del carico critico di azoto nutriente

Legenda di fig. 2.3.1

VEGETAZIONE DELLA REGIONE EUROSIBERIANA

PIANO COLLINARE

- 1 - Foreste di caducifoglie mesofile (*Fagetalia sylvaticae*, *Carpinion*)
- 2 - Foreste di caducifoglie termofile delle Prealpi (*Quercetalia pubescenti-petraeae*, *Orno-Ostryon*, *Ostryo-Carpinion orientalis*)
- 3 - Foreste di caducifoglie termofile (*Quercetalia pubescenti-petraeae*, *Quercion pubescenti-petraeae*)
- 4 - Foreste di caducifoglie acidofile (*Quercetalia robori-petraeae*)
- 5 - Foreste di caducifoglie acidofile (*Quercetalia robori-petraeae*) con prevalenza di *Castanea sativa*

PIANO MONTANO

- 6 - Foreste di caducifoglie mesofile, anche miste ad *Abies alba* (*Fagetalia sylvaticae*, *Eu-Fagion*)
- 7 - Foreste di conifere montane (*Vaccinio-Piceetalia*, *Vaccinio-Abietion*)
- 8 - Foreste di *Pinus sylvestris* delle valli interne delle Alpi (*Erico-Pinetalia*, *Ononido-Pinion*)
- 9 - Foreste di *Pinus sylvestris* delle valli esterne delle Alpi e boscaglie di *Pinus mugo* (*Erico-Pinetalia*, *Erico-Pinion*)

PIANO SUBALPINO

- 10 - Foreste di conifere e brughiere subalpine (*Vaccinio-Piceetalia*, *Vaccinio-Piceion*)

PIANO ALPINO

- 11 - Praterie neutro-basofile (*Seslerietalia variae*, *Elynetalia*)
 - 12 - Praterie acidofile (*Caricetalia curvulae*)
- Praterie secondarie**
- 13 - Praterie acidofile (*Nardetalia*)
 - 14 - Praterie xeriche delle valli interne delle Alpi (*Festucetalia valesiaca*)
 - 15 - Praterie xeriche delle Prealpi orientali (*Scorzoneretalia villosae*)
 - 16 - Praterie falciabili (*Arrhenatheretalia*)

VEGETAZIONE DELLA REGIONE MEDITERRANEA

PIANO TERMOMEDITERRANEO

- 17 - Macchie di sclerofille sempreverdi (*Pistacio-Rhamnetalia*)

PIANO MESOMEDITERRANEO

- 18 - Foreste di sclerofille sempreverdi (*Quercetalia ilicis*)
- 19 - Foreste di *Quercus trojana*
- 20 - Foreste di *Pinus pinaster*

PIANO SUPRAMEDITERRANEO

- 21 - Foreste di caducifoglie termofile dell'Appennino a prevalenza di *Quercus pubescens* (*Quercetalia pubescenti-petraeae*, *Quercion pubescenti-petraeae*)
- 22 - Foreste di caducifoglie submesofile (*Quercetalia pubescenti-petraeae*) a prevalenza di *Quercus cerris*

continua

Legenda di fig. 2.3.1

segue

- 23 - Foreste di caducifoglie termofili della Sicilia (*Quercetalia pubescenti-petraeae*)
- 24 - Foreste di Pinus laricio dell'Etna (*Quercetalia pubescenti-petraeae*)
- 25 - Foreste miste di Quercus petraeae e Ilex aquifolium della Sicilia (*Quercetalia pubescenti-petraeae*)
- 26 - Foreste di caducifoglie termofili della Sardegna (*Quercetalia pubescenti-petraeae*), anche con Ilex aquifolium e Taxus baccata
- 27 - Foreste di caducifoglie termofili dell'Appennino a prevalenza di Ostrya carpinifolia e Fraxinus ornus (*Quercetalia pubescenti-petraeae*, *Laburno-Ostryon*)
- 28 - Foreste di caducifoglie meso-igrofile (*Quercetalia robori-petraeae*)
- 29 - Foreste di caducifoglie acidofile (*Quercetalia robori-petraeae*) a prevalenza di Castanea sativa

PIANO OROMEDITERRANEO

- 30 - Foreste di caducifoglie mesofile talvolta miste con Abies alba (*Fagetalia sylvaticae*, *Geranio nodosi-Fagion*) dell'Appennino centro-settentrionale
- 31 - Foreste di caducifoglie mesofile (*Fagetalia sylvaticae*, *Geranio striati-Fagion*) dell'Appennino meridionale e Sicilia, talvolta miste con Abies alba nell'Appennino meridionale
- 32 - Foreste di caducifoglie mesofile del Gargano (*Fagetalia sylvaticae*, *Carpinion*)
- 33 - Foreste di Pinus laricio dell'Appennino meridionale (*Fagetalia sylvaticae*, *Hypochaerido-Pinetum laricionis*)
- 34 - Boscaglie di Pinus mugo (*Erico-Pinetalia*)
- 35 - Brughiere ipsofile dell'Appennino centro-settentrionale (*Vaccinio-Piceetalia*)
- 36 - Arbusteti dei monti della Sardegna (*Carici-Genistalia lobelii*)

PIANO CRIOOROMEDITERRANEO

- 37 - Praterie neutro basofile (*Seslerietalia apenninae*)
- 38 - Praterie acidofile (*Nardetalia*)
- 39 - Vegetazione ed arbusteti spinosi dell'Etna (*Rumici-Astragaleetalia*)

Praterie secondarie

- 40 - Praterie mediterranee (*Thero-Brachypodietalia*, *Helianthemetalia guttati*, limitatamente al sud della Penisola e alla Sicilia anche *Lygeo-Stipetalia*)
- 41 - Praterie Xeriche dell'Appennino (*Brometalia erecti*, *Agropyretalia repentis*)
- 42 - Praterie xeriche della Sicilia (*Erysimo-Jurinetalia*)
- 43 - Praterie e gariche collinari e medio-montane della Sardegna (*Teucrio-Santolinetalia*)
- 44 - Praterie umide dei piani carsici dell'Appennino (*Trifolio-Hordeetalia*)

VEGETAZIONE PIONIERA E ARBUSTIVA DELLE COLATE LAVICHE DELL'ETNA

- 45 - Stadi pionieri a *Sedum coeruleum*, arbusteti a *Genista aetnensis*, ecc...

VEGETAZIONE AZONALE**FORESTE RIPARIALI**

- 46 - Foreste e boscaglie ripariali a prevalenza di Salix sp. pl., Alnus glutinosa, A. incana, A. cordata, Populus alba, P. nigra e Tamarix sp. pl. (*Populeetalia albae*, *Salicetalia purpureae*, *Tamaricetalia*)

FORESTE PALUDOSE

- 47 - Foreste paludose di Alnus glutinosa (*Alnetalia glutinosae*, *Hydrocotylo-Alnetum glutinosae*, *Carici elongatae-Alnetum glutinosae*, ecc...)

VEGETAZIONE PALUSTRE

- 48 - Praterie palustri, canneti, ecc... (*Magnocaricetalia*, *Phragmitetalia*)

VEGETAZIONE LACUSTRE

- 49 - Vegetazione natante e sommersa dei laghi (*Potamogetonetalia*)

VEGETAZIONE DELLE LAGUNE SALMASTRE

- 50 - Vegetazione sommersa (*Ruppiaetalia*) e vegetazione emersa del bordo (*Thero-Salicornietalia*, *Spartinetalia meritimae*, *Arthrocnemometalia fruticosi*, *Limonietalia*, *Juncetalia maritimi*)

VEGETAZIONE DELLE COSTE BASSE

- 51 - Vegetazione delle dune sabbiose (*Ammophiletalia*, *Malcolmietalia*, *Euphorbietalia peplis*, *Helichryso-Crucianelletalia*)

VEGETAZIONE DELLE COSTE ALTE

- 52 - Vegetazione delle coste rocciose (*Crithmo-Limonietalia*)

Legenda di fig. 2.3.1

segue

VEGETAZIONE SINANTROPICA

53 - Vegetazione ruderale, nitrofila, infestante e degli insediamenti antropici (*Polygono-Chenopodietalia*, *Artemisietalia*, *Aperetalia*, *Secalinetalia*, *Eragrostidetalia*, *Bidentetalia*, *Onopordetalia*, *Plantaginetalia majoris*, ecc...)

54 - Aree con vegetazione scarsa o nulla

Fonte: Ministero dell'Ambiente, 1992.

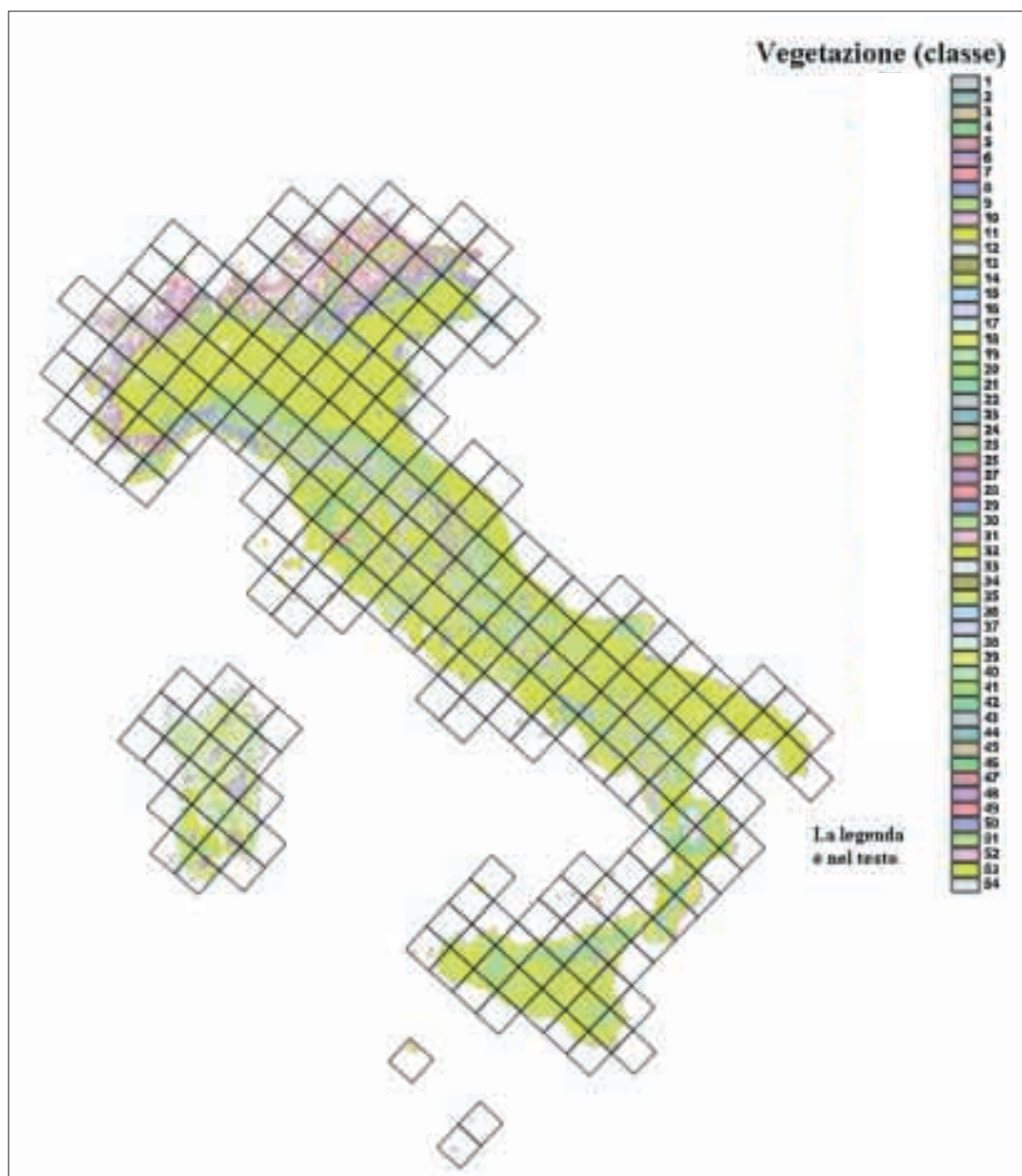


Fig. 2.3.1: Carta dell'uso del suolo

2.4 Carta delle precipitazioni

Risoluzione 1x1 km²

Carta delle precipitazioni ottenuta digitalizzando la “Carta della precipitazione media annua in Italia per il trentennio 1921-1950” in scala 1:1.000.000 del Consiglio Superiore Servizio Idrografico (Ministero Lavori Pubblici). Ad ogni maglia del grigliato 1x1 è stato assegnato un valore di precipitazione media annua in mm, tale valore di precipitazione corrisponde al valore centrale delle classi previste dalle legenda della carta sopra citata e riportate di seguito:

Tabella 2.4.1: Codici associati alle maglie della mappa delle precipitazioni

Codice	Valori di precipitazione media annua in mm	Classi di precipitazione media annua in mm della legenda della “Carta della precipitazione media annua in Italia per il trentennio 1921-1950”
1	250	500
2	625	501 - 750
3	875	751 - 1.000
4	1100	1.001 - 1.250 (*)
8	1350	1.251 - 1.500 (*)
5	1750	1.501 - 2.000
6	2250	2.001 - 2.500
7	2750	> 2.500

Fonte :Vetrella G (1998)

(*) Nella legenda della “Carta della precipitazione media annua in Italia per il trentennio 1921-1950” [Ministero dei lavori pubblici - a] le classi 1.001-1.250 e 1.251-1.500 sono raggruppate nell'unica classe 1.001-1.500, ma all'interno della carta sono tra loro distinte e sono rappresentate da due differenti isolinee. La distinzione nelle due classi è stata fatta in un secondo momento e questo è il motivo per cui il codice 8 (aggiunto successivamente) non si trova in ordine progressivo (ma si trova tra il 4 e il 5).

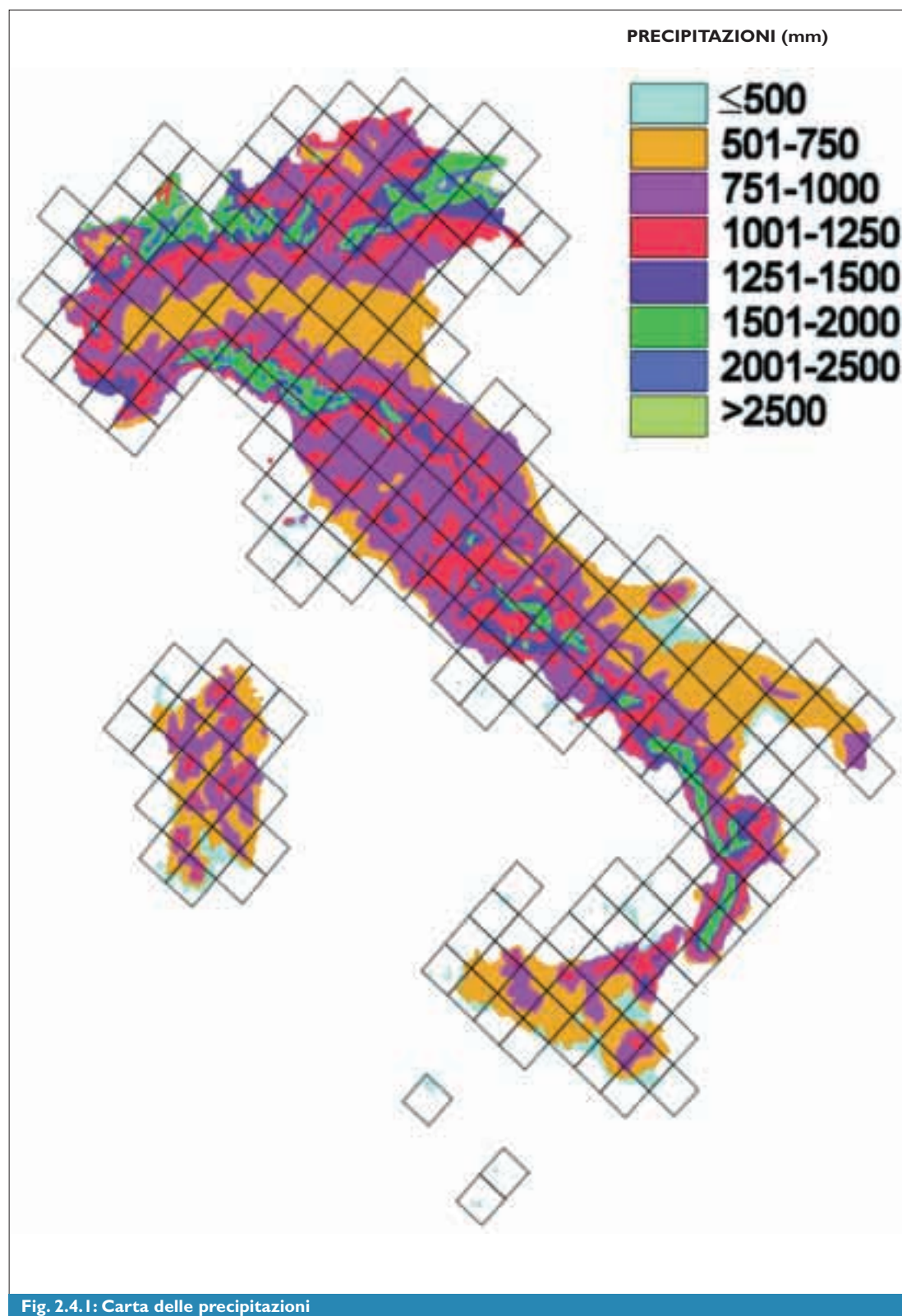


Fig. 2.4.1: Carta delle precipitazioni

2.5 Carta dei suoli

Risoluzione 1x1 km²

Carta dei suoli ottenuta digitalizzando la parte riguardante l'Italia della "Carta dei suoli della Comunità Europea" in scala 1:1.000.000 con una disaggregazione spaziale di 1x1 km² (Tavernier R., Louis A., 1992)

Ad ogni unità territoriale (1x1 km²) è stato assegnato un codice denominato Codice CEE a cui è associato un differente tipo di suolo, che classifica il suolo nazionale in 66 tipologie.

Tabella 2.5.1: Tipi di suoli presenti sul territorio italiano

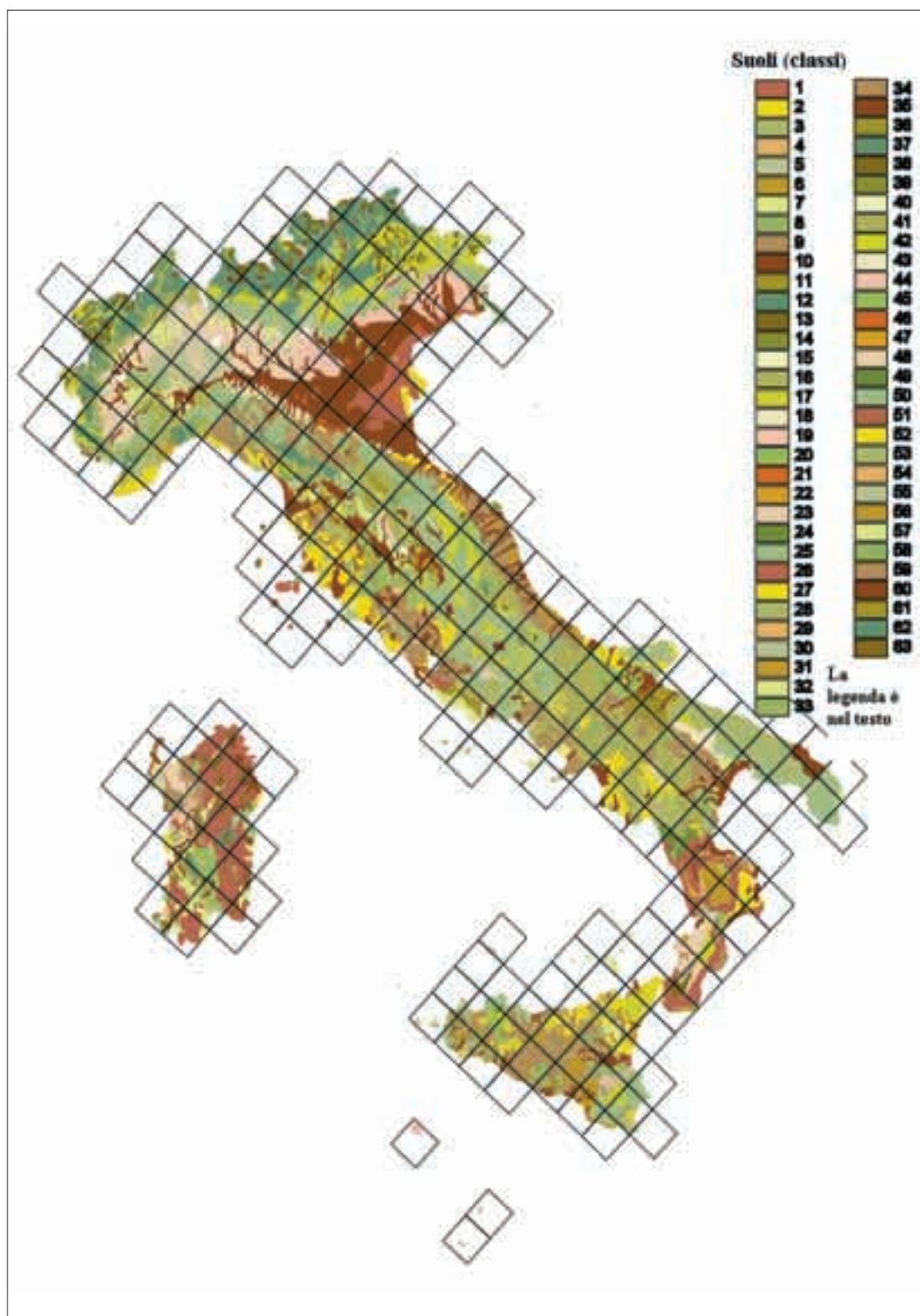
	Codice sulla carta CEE	Tipo di suolo	Tessitura del suolo	Pendenza dei suoli associati	LEGENDE
1	A2	Jeg	1/4	a	
2	A4	Jeg	1/2	a	Tipo di suolo
3	A14	Ge	4	a	Be = Eutric Cambisols
4	A19	Ges	4	a	Bea = Ando-Eutric Cambisols
5	A20	Gef	2/3	a	Bec = Calcaro-Eutric Cambisols
6	A32	Gh	1	a	Bef = Fluvi-Eutric Cambisols
7	A36	Re	1/4	cd	Bgc = Calcaro-Gleyic Cambisols
8	A42	Rc	3/4	cd	Bk = Calcic Cambisols
9	A43	Rc	3/4	bc	Bvc = Calcaro-Vertic Cambisols
10	A45	Rd	1	b	D(d) = (Dystric) Podzoluvisols
11	A48	le	2	d	Eo = Orthic Rendzinas
12	A53	ld	1/2	cd	Ge = Eutric Gleysols
13	A54	ld	1/2	cd	Gef = Fluvi-Eutric Gleysols
14	A57	Qc	1	b	Ges = Stagno-Eutric Gleysols
15	A62	Eo	3	b	Gh = Humic Gleysols
16	A63	Eo	3	c	ld = Dystric Lithosols
17	A67	Eo	3	cd	le = Eutric Lithosols
18	A72	U	2	cd	Jeg = Gleyo-Eutric Fluvisol
19	A76	Tv	2	bc	Lc = Chromic Luvisols
20	A77	Vp	4/5	ab	Lcr = Rhodo-Chromic Luvisols
21	A84	Vc	5	b	Lf = Ferric Luvisols
22	B8	Be	2	b	Lg = Gleyic Luvisols
23	B10	Be	3	bc	Lgp = Plano-Gleyic Luvisols
24	B11	Be	2	c	Lgs = Stagno-Gleyic Luvisols
25	B14	Be	2/3	ad	Lk = Calcic Luvisols
26	B19	Be	2/3	cd	Lo = Orthic Luvisol
27	B20	Be	2/4	cd	Pl = Leptic Podzols
28	B21	Be	2/4	ad	Po = Orthic Podzols
29	B29	Bec	4	b	Pp = Placid Podzols
30	B30	Bec	4	b	Qc = Cambic Arenosols
31	B31	Bec	1/2	bc	Rc = Calcaric Regosols
32	B32	Bec	2/4	bc	Rd = Dystric Regosols
33	B36	Bec	2	a	Re = Eutric Regosols
34	B38	Bea	1/2	ad	Tv = Vitric Andosols
35	B39	Bef	1/4	a	U = Rankers
36	B45	Bd	3	b	Vcc = Calcaro-Chromic Vertisols

continua

segue

	Codice sulla carta CEE	Tipo di suolo	Tessitura del suolo	Pendenza dei suoli associati	LEGENDE
37	B46	Bd	1/2	cd	Vp = Pellic Vertisols
38	B50	Bd	2	c	
39	B52	Bd	2	c	Tessitura
40	B54	Bd	2	a	1 = coarse
41	B55	Bd	2	cd	2 = medium
42	B56	Bd	1	cd	3 = medium fine
43	B82	Bgc	4	ab	4 = fine
44	B92	Bk	1/2	b	5 = very fine
45	B110	Bvc	3/4	bc	
46	C1	Lo	3	ab	Pendenza
47	C14	Lo	2	cd	a = level
48	C19	Lo	2/4	ab	b = sloping
49	C21	Lo	2/4	b	c = moderately steep
50	C32	Lc	2/4	d	d = steep
51	C34	Lc	2/4	bc	
52	C43	Lcr	4	cd	
53	C44	Lk	4	b	
54	C50	Lf	2	ab	
55	C53	Lg	3	a	
56	C56	Lgs	3	b	
57	C63	Lgp	2/4	sb	
58	C64	D	3	a	
59	C67	Dd	2	b	
60	C76	Po	1	cd	
61	C77	Po	1	b	
62	C84	Pl	1	cd	
63	C92	Pp	1/2	bc	
64	Ghiacci	Ghiacci			
65	Lago	Lago			
66	Urbanizzato	Urbanizzato			

Fonte: Tavernier R., Louis A., 1992



2.6 Carta delle temperature

Risoluzione 1x1 km²

Carta delle temperature ottenuta digitalizzando la “Carta delle temperature medie annue vere in Italia per il trentennio 1926-1955” in scala 1:1.000.000 (Ministero dei Lavori Pubblici).

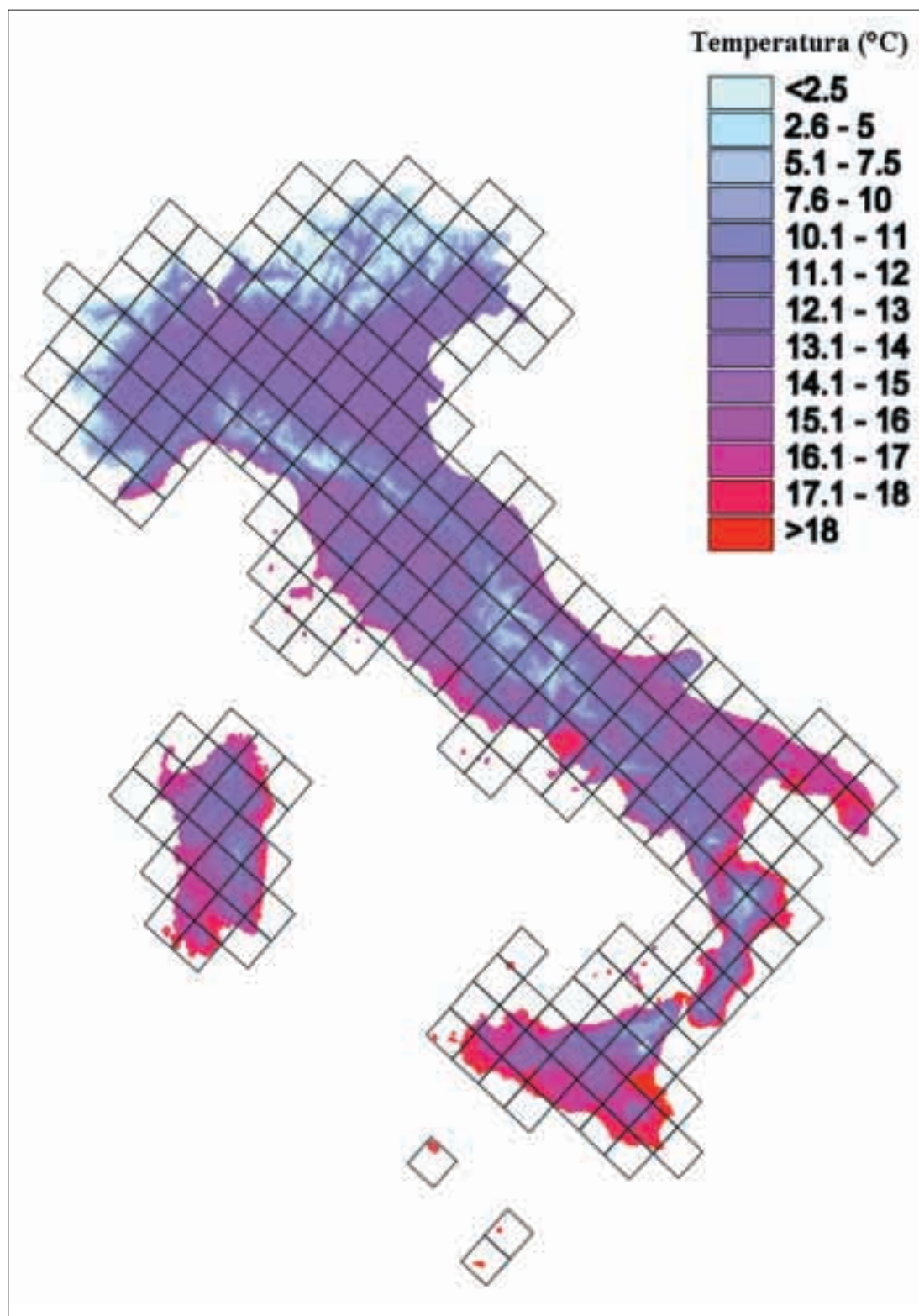
Ad ogni cella della mappa è stato assegnato un codice, a cui è associato un valore di temperatura media annua in °C (valore che corrisponde all'estremo superiore¹ delle tredici classi in cui sono suddivise le temperature del territorio nazionale).

Tabella 2.6.1: Codici associati alle maglie della carta delle temperature

Codice	Valori di temperatura media annua in °C	Classi di temperatura media annua in °C della leggenda della “Carta delle temperature medie annue vere in Italia per il trentennio 1926-1955”
1	2,5	£ 2,5
2	5	2,6 - 5
3	7,5	5,1 - 7,5
4	10	7,6 - 10
5	11	10,1 - 11
6	12	11,1 - 12
7	13	12,1 - 13
8	14	13,1 - 14
9	15	14,1 - 15
10	16	15,1 - 16
11	17	16,1 - 17
12	18	17,1 - 18
13	20	>18

Fonte: Vetrella G. (1998)

¹ È stato attribuito il valore superiore e non il valore centrale perché il dato indicato nella leggenda della carta delle temperature identifica il valore relativo al poligono compreso tra le due isolinee e non il valore relativo all'isolinea (come nel caso della carta delle precipitazioni).



2.7 Carta delle deposizioni dei cationi basici

Risoluzione 1x1 km²

Mappa in cui viene riportato il contenuto di cationi basici (calcio, magnesio e potassio) nelle deposizioni ottenuta a partire dai dati di concentrazione al suolo dei cationi basici e dai dati di precipitazione. Per ogni cella della mappa, la deposizione di cationi basici (BC_{dep}) è stata ricavata applicando la seguente formula [Downing R.J. et al., 1993]:

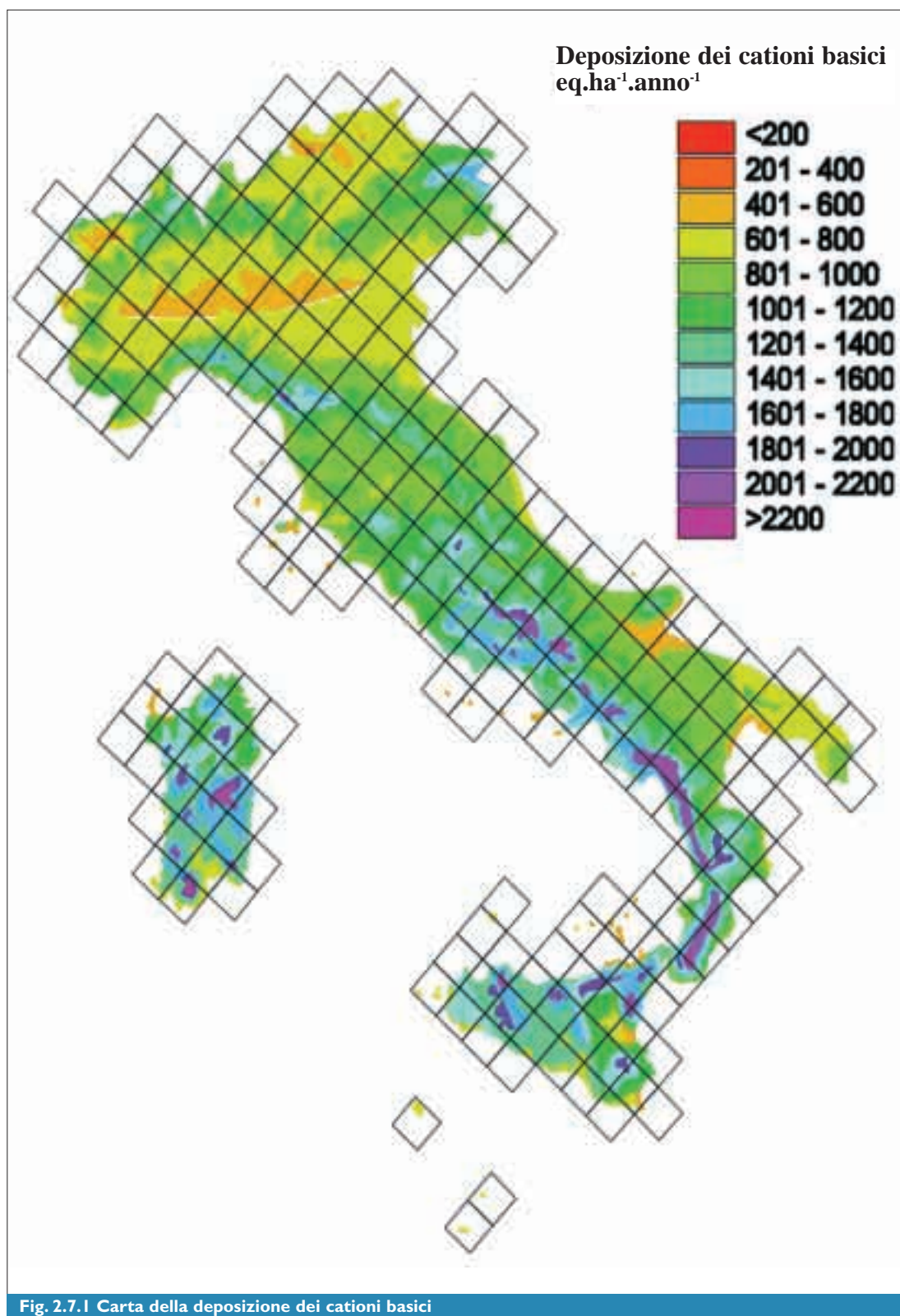
$$BC_{dep} = \begin{cases} Dep * 2 & , \text{ se } Dep \leq 250 \\ Dep + 250 & , \text{ se } Dep > 250 \end{cases} \quad \text{con : } Dep = \frac{BCCON * PRECIPI}{100}$$

dove Dep = deposizione umida

BCCON = concentrazione dei cationi basici al suolo

PRECIPI= entità delle precipitazioni (mm di pioggia)

Le concentrazioni di cationi basici al suolo sono stati precedentemente calcolati, interpolando, con un metodo statistico di media ponderata sul volume per il periodo 1988-1992, i dati di concentrazione rilevati da 39 stazioni di monitoraggio ENEL.



2.8 Carta della rimozione dei cationi basici

Risoluzione 1x1 km²

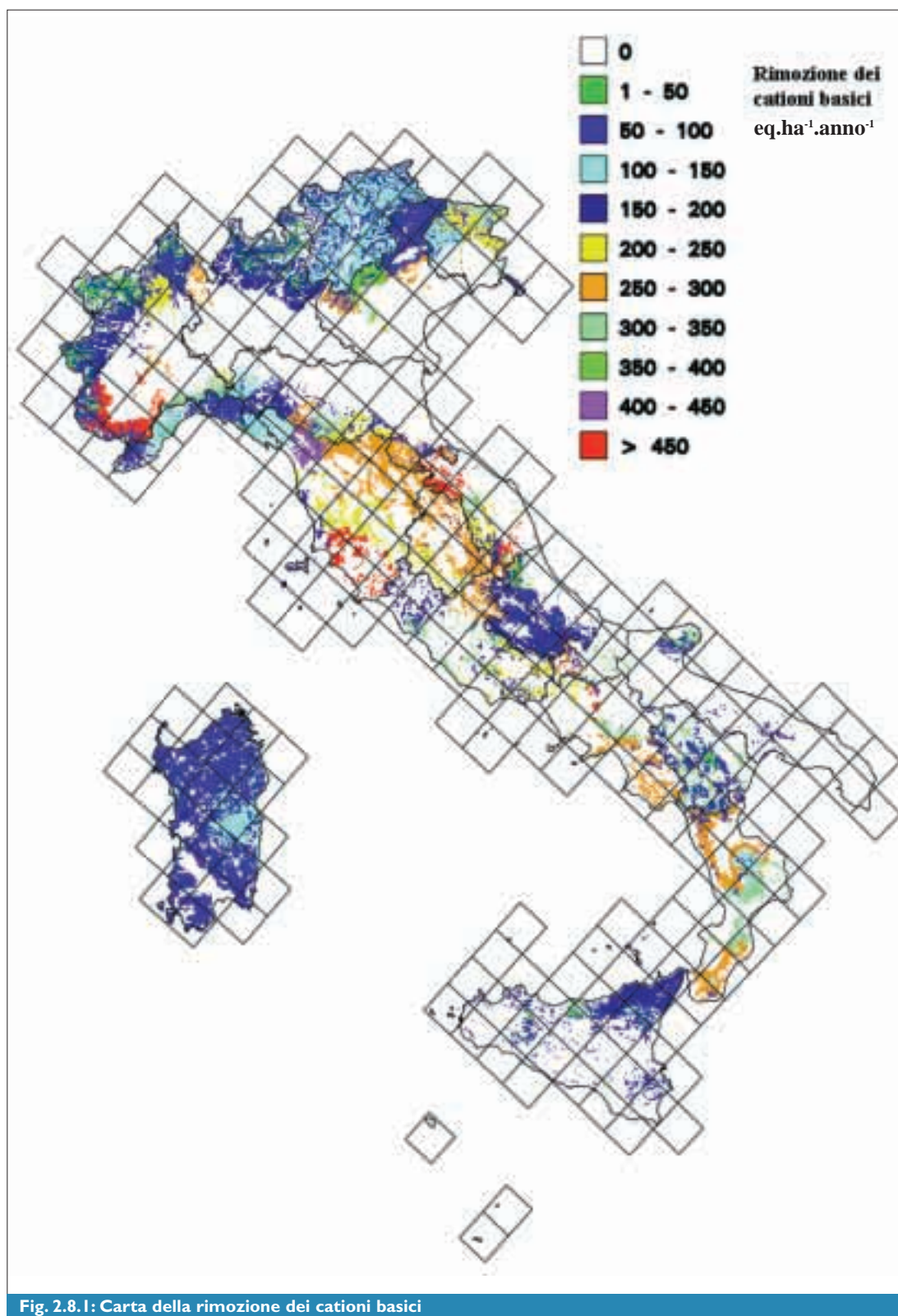
Mappa della rimozione netta di cationi basici (calcio, magnesio e potassio) dal suolo per trasferimento nella biomassa vegetale e animale.

La rimozione netta di cationi basici nella biomassa animale e vegetale può essere determinata sulla base della crescita vegetativa: minore è la crescita e minore sarà la quantità di cationi basici trasferiti nella biomassa, viceversa maggiore è la crescita maggiore sarà la quantità di cationi basici rimossi dal suolo.

Per il calcolo dei valori di biomassa forestale asportata annualmente sono state prese in considerazione le utilizzazioni legnose forestali fornite dall'Istat, sia per le conifere che per le latifoglie, per gli anni 1989-1993 (Istat), tramite le quali si è calcolata, per ogni provincia l'utilizzazione legnosa media annua provinciale (5 anni). Sommando le utilizzazioni medie delle province appartenenti alle stesse regioni, si è ottenuta l'utilizzazione legnosa media annua regionale, separatamente per le conifere e per le latifoglie.

Sulla base dei valori della superficie regionale coperta dai rispettivi tipi di ecosistemi (Inventario Forestale Nazionale, 1985) si è ottenuta l'utilizzazione specifica di ogni ecosistema (in m³ ha⁻¹ anno⁻¹) all'interno delle singole regioni.

Si è poi corretto questo valore con dei coefficienti moltiplicativi di accrescimento, sia delle conifere che delle latifoglie delle singole province appartenenti alle rispettive regioni, e applicando un ulteriore fattore correttivo sulla base di futuri scenari di utilizzazione.



2.9 Carta del rilascio di cationi basici da parte dei suoli

Risoluzione 1x1 km²

Il rilascio di cationi basici è il processo con cui i minerali presenti nel suolo forniscono un apporto di cationi basici (calcio, magnesio e potassio) che, oltre a costituire la principale fonte di elementi nutritivi per gli organismi vegetali, esercita un'azione tampone sull'acidità di origine interna all'ecosistema e sugli apporti esterni che si possono registrare con le deposizioni. Il rilascio di cationi basici dipende dalla composizione mineralogica dei suoli, dalla temperatura degli stessi e dalla profondità della zona radicale (Hettenlingh J. P., de Vries W. 1990).

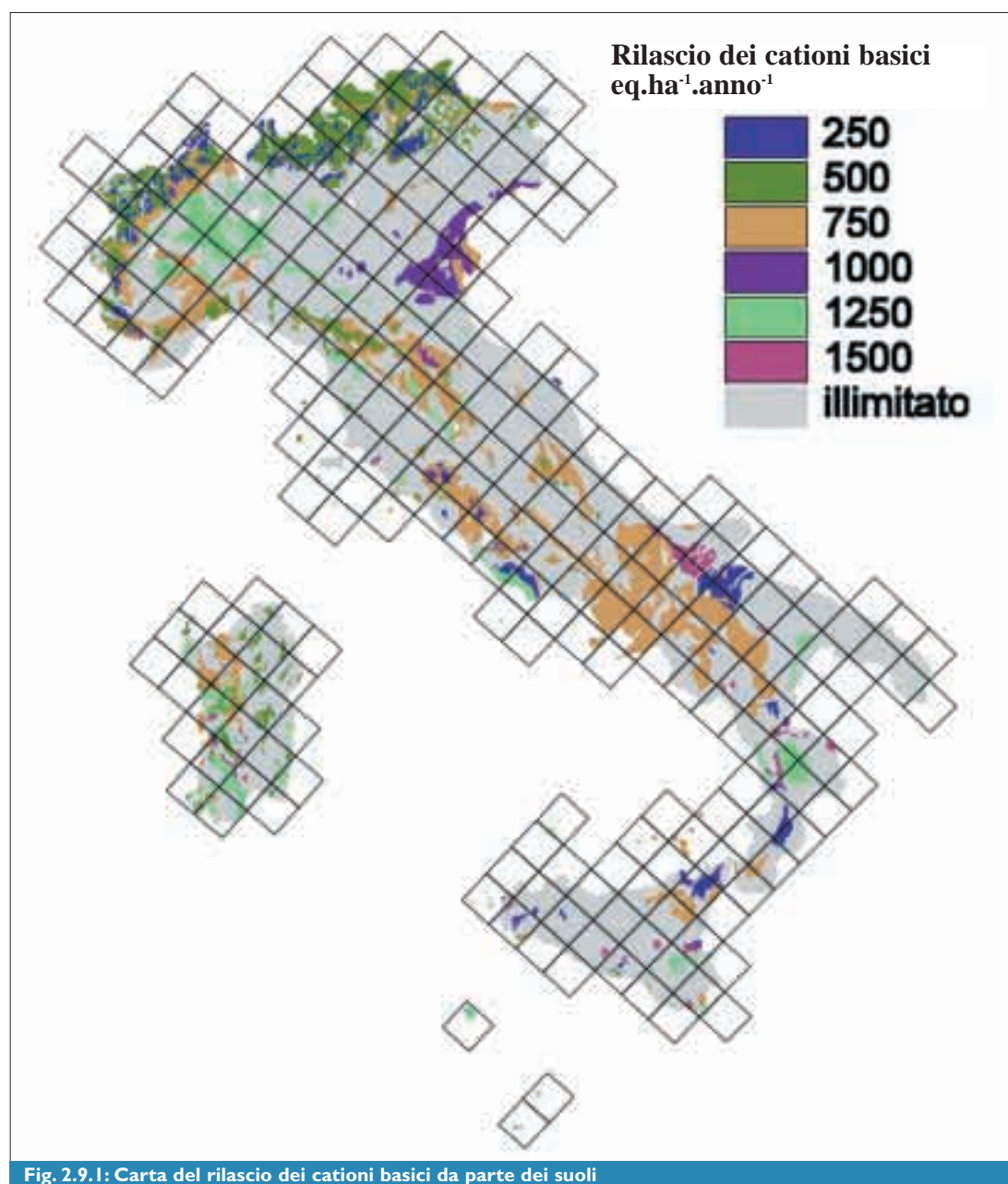


Fig. 2.9.1: Carta del rilascio dei cationi basici da parte dei suoli

2.10 I limiti provinciali

Risoluzione 50x50 km²

La tabella dei limiti provinciali 2.10.1. riporta la distribuzione del territorio occupato dalle singole province italiane, in termine di percentuale, all'interno delle maglie del reticolato EMEP 50x50.

Tabella 2.10.1: Limiti provinciali

PROVINCIA	CELLE	%
Agrigento	I25038	1,074
	I25039	0,27
	I26038	15,04
	I26039	19,267
	I27038	3,898
	I27039	43,216
	I27040	1,103
	I28039	15,263
	I29034	0,716
	I29035	0,153
Alessandria	I06046	5,04
	I07045	5,436
	I07046	39,907
	I07047	1,029
	I08045	7,103
	I08046	40,887
	I08047	0,598
Ancona	I15048	13,976
	I15049	51,418
	I16048	1,448
	I16049	27,823
	I16050	5,335
Aosta	I04045	0,088
	I04046	50,929
	I04047	12,397
	I05046	17,127
	I05047	19,094
Arezzo	I13047	16,902
	I13048	14,462
	I14047	42,737
	I14048	25,145
	I15047	0,754
Ascoli Piceno	I16048	0,896
	I16049	4,876
	I17048	40,222
	I17049	54,006
Asti	I06045	10,629
	I06046	18,587
	I07045	35,527
	I07046	35,257
Avellino	I22046	3,549
	I22047	44,371
	I22048	13,97
	I23047	22,783
	I23048	15,327
Bari	I23049	12,934
	I23050	0,427
	I24048	0,135
	I24049	34,116
	I24050	12,115

continua

segue

PROVINCIA	CELLE	%
	125049	12,596
	125050	26,681
	126050	0,996
Belluno	109051	0,016
	109052	17,665
	109053	37,423
	109054	4,437
	110051	0,173
	110052	23,081
	110053	14,582
	110054	2,623
Benevento	121046	0,165
	121047	42,633
	121048	11,312
	122047	33,411
	122048	12,479
Bergamo	107048	4,886
	107049	51,612
	107050	10,045
	108048	9,172
	108049	22,881
	108050	1,404
Bologna	111047	3,408
	111048	19,019
	111049	21,199
	112047	3,186
	112048	29,813
	112049	23,375
Bolzano	107051	8,765
	107052	15,891
	107053	3,317
	108051	1,667
	108052	25,851
	108053	26,126
	108054	4,5
	109052	1,006
	109053	10,421
	109054	2,456
Brescia	107050	5,865
	107051	2,886
	108048	3,38
	108049	31
	108050	28,442
	108051	1,436
	109048	1,537
	109049	19,724
	109050	5,73
Brindisi	125050	1,484
	126050	51,669
	126051	9,081
	127050	20,825
	127051	16,941
Cagliari	115036	0,778
	116035	10,802
	116036	23,082
	116037	4,058
	117035	15,344
	117036	22,63

continua

segue

PROVINCIA	CELLE	%
	I17037	16,413
	I18036	3,17
	I18037	3,723
Caltanissetta	I27039	23,328
	I27040	19,713
	I28039	33,858
	I28040	12,833
	I29039	7,841
	I29040	2,427
Campobasso	I20047	0,636
	I20048	22,72
	I20049	7,586
	I21047	14,787
	I21048	44,879
	I21049	9,392
Caserta	I20046	17,999
	I20047	7,746
	I21046	49,405
	I21047	23,535
	I22046	1,203
	I22047	0,112
Catania	I28040	10,485
	I28041	23,071
	I28042	15,211
	I29039	0,347
	I29040	25,795
	I29041	20,097
	I29042	4,994
Catanzaro	I27045	0,937
	I27046	0,74
	I28044	4,151
	I28045	24
	I28046	30,634
	I28047	22,349
	I29045	9,279
	I29046	1,707
	I29047	6,203
Chieti	I19047	0,277
	I19048	46,818
	I19049	7,746
	I20048	37,632
	I20049	7,527
Como	I06048	16,214
	I06049	40,27
	I07048	21,463
	I07049	22,053
Cosenza	I25046	1,675
	I25047	2,021
	I26046	14,869
	I26047	19,457
	I26048	5,799
	I27045	0,657
	I27046	24,893
	I27047	20,318
	I28046	4,149
	I28047	6,162
Cremona	I07048	0,428
	I08048	47,564

continua

segue

PROVINCIA	CELLE	%
	109048	47,622
	109049	2,1
	110048	2,28
	110049	0,006
Cuneo	105043	0,049
	105044	0,648
	106043	10,335
	106044	28,164
	106045	7,408
	107043	3,875
	107044	28,745
	107045	18,589
	108044	2,187
Enna	127040	9,372
	127041	9,131
	128039	0,765
	128040	47,259
	128041	33,473
Ferrara	111049	27,341
	111050	11,787
	112049	15,719
	112050	45,153
Firenze	112046	5,427
	112047	29,709
	112048	19,41
	113046	3,734
	113047	30,166
	113048	11,554
Foggia	121048	6,07
	121049	14,676
	121050	0,787
	122048	18,465
	122049	25,808
	122050	13,252
	123048	7,428
	123049	13,514
Forlì	112048	0,102
	113048	38,989
	113049	39,327
	114048	2,042
	114049	19,54
Frosinone	118046	10,557
	118047	0,004
	119045	0,006
	119046	49,9
	119047	8,199
	120046	21,226
	120047	10,108
Genova	108045	13,61
	108046	26,933
	109045	0,008
	109046	59,128
	110046	0,321
Gorizia	111054	0,028
	112053	60,59
	112054	39,382
Grosseto	113045	11,73

continua

segue

PROVINCIA	CELLE	%
	I13046	3,593
	I14044	0,443
	I14045	31,644
	I14046	18,118
	I15044	0,988
	I15045	22,447
	I15046	11,037
Imperia	I07043	13,78
	I07044	6,964
	I08043	49,625
	I08044	29,631
Isernia	I20046	0,076
	I20047	75,677
	I20048	21,895
	I21047	2,352
L'Aquila	I17047	6,248
	I17048	1,731
	I18046	3,781
	I18047	33,088
	I18048	10,433
	I19046	1,484
	I19047	34,327
	I19048	3,512
	I20047	5,096
	I20048	0,3
La Spezia	I09046	20,728
	I10046	79,272
Latina	I18045	20,656
	I18046	0,158
	I19044	0,689
	I19045	45,535
	I19046	8,735
	I20044	0,69
	I20045	2,704
	I20046	20,728
	I21045	0,105
Lecce	I27050	18,428
	I27051	11,028
	I28050	45,027
	I28051	21,071
	I29050	4,446
Livorno	I11045	0,356
	I12044	2,646
	I12045	13,873
	I12046	19,036
	I13043	0,454
	I13044	20,2
	I13045	42,117
	I13046	0,355
	I14043	0,963
Lucca	I10047	2,033
	I11046	40,149
	I11047	47,678
	I12046	8,659
	I12047	1,481
Macerata	I15048	0,375
	I15049	0,333
	I16048	46,068

continua

segue

PROVINCIA	CELLE	%
	116049	50,187
	117048	2,29
	117049	0,747
	109048	1,721
	109049	35,768
	110048	5,503
	110049	53,825
	111049	3,183
Massa Carrara	109046	0,041
	110046	44,511
	110047	41,762
	111046	13,656
	111047	0,03
Matera	124048	9,896
	124049	2,668
	125048	42,177
	125049	21,943
	126048	18,621
	126049	4,695
Messina	126042	0,549
	126043	0,293
	127041	23,91
	127042	11,03
	127043	2,861
	127044	0,419
	128041	5,836
	128042	35,475
	128043	19,474
	129042	0,153
Milano	106047	2,083
	106048	0,194
	107047	17,646
	107048	52,351
	108047	0,195
	108048	26,911
	109048	0,62
Modena	110048	4,045
	110049	10,283
	111047	25,237
	111048	45,763
	111049	14,672
Napoli	121045	5,797
	121046	28,393
	122045	1,445
	122046	63,861
	122047	0,504
Novara	104048	0,516
	104049	0,037
	105047	5,656
	105048	48,068
	105049	2,795
	106047	27,673
	106048	9,937
	107047	5,318
Nuoro	114037	1,949
	114038	0,008
	115037	2,919
	115038	10,158

continua

segue

PROVINCIA	CELLE	%
	I15039	5,341
	I15040	1,12
	I16037	13,292
	I16038	27,184
	I16039	17,096
	I16040	0,392
	I17037	10,268
	I17038	10,273
Oristano	I15036	5,341
	I15037	53,934
	I15038	3,6
	I16036	9,461
	I16037	26,945
	I16038	0,719
Padova	I10050	10,875
	I10051	27,928
	I11050	33,526
	I11051	27,671
Palermo	I24040	0,004
	I24041	0,186
	I25039	14,403
	I25040	6,554
	I26038	
	I26039	24,886
	I26040	24,865
	I26041	0,558
	I27039	0,302
	I27040	22,89
	I27041	5,352
Parma	I09046	7,538
	I09047	26,993
	I09048	18,969
	I10046	0,517
	I10047	30,355
	I10048	15,628
Pavia	I06047	0,453
	I07046	3,223
	I07047	45,48
	I07048	0,583
	I08046	3,255
	I08047	46,091
	I08048	0,883
	I09046	0,032
Perugia	I14047	1,567
	I14048	7,36
	I15046	0,237
	I15047	25,519
	I15048	23,237
	I16047	23,423
	I16048	11,186
	I17047	3,608
	I17048	3,863
Pesaro	I13048	0,237
	I13049	0,001
	I14048	24,786
	I14049	33,391
	I15048	10,3
	I15049	31,285

continua

segue

PROVINCIA	CELLE	%
Pescara	I18048	45,418
	I18049	2,699
	I19047	0,049
	I19048	49,453
	I19049	2,381
Piacenza	I08046	1,533
	I08047	26,76
	I08048	3,286
	I09046	6,765
	I09047	43,674
	I09048	17,982
Pisa	I11046	8,834
	I12045	1,341
	I12046	58,801
	I12047	0,055
	I13045	5,336
	I13046	25,633
Pistoia	I11047	17,894
	I12047	82,106
Pordenone	I11052	5,018
	I11053	56,469
	I11054	1,27
	I11052	7,834
	I11053	29,409
Potenza	I23047	3,509
	I23048	15,142
	I23049	1,58
	I24047	12,393
	I24048	24,306
	I24049	1,739
	I25046	1,065
	I25047	24,011
	I25048	7,485
	I26047	7,892
	I26048	0,878
Ragusa	I29039	32,099
	I29040	29,42
	I30039	14,304
	I30040	24,177
Ravenna	I12048	12,043
	I12049	43,235
	I12050	5,051
	I13048	0,833
	I13049	36,176
	I13050	2,662
Reggio Calabria	I28043	4,326
	I28044	15,152
	I28045	0,585
	I29043	25,942
	I29044	38,925
	I29045	15,07
Reggio Emilia	I11047	22,095
	I11048	55,353
	I11049	4,774
	I11047	11,134
	I11048	6,644
Rieti	I16046	0,25
	I17046	28,416

continua

segue

PROVINCIA	CELLE	%
	I17047	47,322
	I17048	8,692
	I18046	2,907
	I18047	12,413
Roma	I16045	9,482
	I17045	25,563
	I17046	17,467
	I18045	18,815
	I18046	25,844
	I19045	0,592
	I19046	2,237
Rovigo	I10049	3,787
	I10050	0,117
	I11049	7,405
	I11050	53,781
	I11051	0,244
	I12050	20
	I12051	14,666
Salerno	I22046	9,219
	I22047	0,615
	I23046	13,254
	I23047	21,919
	I24046	24,654
	I24047	22,737
	I25046	3,283
	I25047	4,319
Sassari	I13037	0,086
	I13038	4,966
	I13039	0,284
	I14037	1,268
	I14038	24,059
	I14039	16,426
	I14040	7,67
	I15037	0,205
	I15038	15,046
	I15039	20,923
	I15040	9,067
Savona	I07044	0,043
	I07045	4,237
	I08044	45,124
	I08045	50,596
Siena	I13046	28,955
	I13047	8,998
	I14046	31,795
	I14047	14,829
	I15046	12,245
	I15047	3,178
Siracusa	I29040	22,075
	I29041	27,705
	I30040	50,22
Sondrio	I06049	11,399
	I06050	14,621
	I06051	0,908
	I07049	7,445
	I07050	39,399
	I07051	26,228
Taranto	I25049	22,897
	I25050	2,492

continua

segue

PROVINCIA	CELLE	%
	126049	21,105
	126050	36,682
	127049	0,179
	127050	16,645
Teramo	117048	28,934
	117049	6,757
	118048	48,058
	118049	16,251
Terni	115046	20,901
	115047	13,467
	116046	28,623
	116047	26,206
	117046	2,503
	117047	8,3
Torino	104044	1,509
	104045	0,44
	104046	0,185
	105044	13,18
	105045	27,289
	105046	22,076
	105047	0,09
	106044	2,079
	106045	20,648
	106046	12,504
Trapani	124038	9,006
	124039	7,14
	125038	48,632
	125039	30,668
	126035	3,388
	126038	0,985
	126039	0,181
Trento	107051	2,016
	108050	11,722
	108051	31,386
	108052	3,694
	109050	6,812
	109051	21,2
	109052	22,929
	109053	0,241
Treviso	110051	18,835
	110052	47,94
	111051	3,955
	111052	29,27
Trieste	112053	55,465
	112054	17,001
	113053	24,457
	113054	3,077
Udine	110053	6,242
	110054	26,406
	110055	0,057
	111053	26,267
	111054	30,227
	111055	3,383
	112053	7,404
	112054	0,014
Varese	105048	0,047
	106047	3,537
	106048	91,37
	107048	5,046

continua

segue

PROVINCIA	CELLE	%
Venezia	I 11050	4,057
	I 11051	44,714
	I 11052	42,076
	I 11053	6,755
	I 12051	0,8
	I 12052	0,823
	I 12053	0,775
Vercelli	I05046	1,041
	I05047	37,014
	I05048	0,271
	I06046	25,732
	I06047	33,31
	I07046	1,104
	I07047	1,528
Verona	I09049	9,198
	I09050	41,321
	I 10049	12,203
	I 10050	36,388
	I 11050	0,89
Vicenza	I09050	4,845
	I09051	29,452
	I09052	0,032
	I 10050	27,068
	I 10051	38,557
	I 11050	0,046
Viterbo	I 15045	13,688
	I 15046	16,697
	I 16045	23,989
	I 16046	38,973
	I 17045	0,101
	I 17046	6,552

Fonte: Vetrella G. (1998)

2.11 Perdite di azoto attraverso gli incendi

Risoluzione 50x50 km²

Le perdite di azoto attraverso gli incendi sono state determinate sulla base della frequenza di questi ultimi: più bassa è la frequenza e minori saranno le perdite di azoto, viceversa più alta è la frequenza e maggiore saranno le perdite di azoto attraverso gli incendi.

Il Corpo Forestale dello Stato ha fornito, per ogni provincia italiana, i dati relativi alla superficie totale bruciata (boscata e non) complessivamente negli anni 1982-1993 (Ministero delle risorse agricole, alimentari e forestali, 1995), tramite i quali si è calcolata, per ogni provincia, la superficie totale bruciata media annua (per 12 anni).

Poiché all'interno di ogni provincia la superficie totale bruciata non si distribuisce uniformemente sul territorio si sono posti alcuni vincoli quali la quota, il tipo di ecosistema e la ripartizione tra incendi su aree boscate e non boscate, che consentono con un certo livello di approssimazione di attribuire alle singole celle e agli ecosistemi in esse presenti un valore che esprime la quantità di azoto rilasciata verso l'atmosfera a seguito del passaggio degli incendi. I valori di riferimento per il calcolo del rilascio di azoto a seguito di incendio che interessano le diverse tipologie di ecosistema sono riportati nella tabella 2.11.1.

Tabella 2.11.1: Valori di azoto perso attraverso gli incendi (in kg N ha⁻¹ anno⁻¹) attribuiti agli ecosistemi previsti per il carico critico di azoto nutriente

Ecosistema bruciato (in ha) per maglia	Superficie di				Ecosistemi		
	Tundra	Foresta boreale	Conifere temperate	Decidue temperate	Foresta mediterranea	Pascoli acidi	Altro (*)
(0 - 1]	0	0	0	0	1	0	9999
(1 - 10]	0	0,2	0,2	0	1,8	0,2	9999
(10 - 100]	0	0,4	0,4	0	2,6	0,4	9999
(100 - 500]	0	0,6	0,6	0	3,4	0,6	9999
(500 - 1.000]	0	0,8	0,8	0	4,2	0,8	9999
> 1.000	0	1	1	0	5	1	9999

Fonte Vetrella G. (1998)

(*) Il valore 9999 indica che l'ecosistema "Altro" è ritenuto non sensibile all'eutrofizzazione.

In tabella 2.11.2 viene riportato l'azoto rilasciato in atmosfera (in eq N ha⁻¹ anno⁻¹) a seguito di incendio, per ogni ecosistema previsto per la stima del carico critico di azoto nutriente presente all'interno della cella EMEP 50x50

Tabella 2. I I.2: Perdite di azoto attraverso gli incendi (eq.ha⁻¹yr⁻¹)

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	Nfire	% di conifere	Nfire	% di foresta decidua	Nfire	% di foresta med.	Nfire	% di prateria	Nfire	% di tundra	Nfire
I04044									3,0	0		
I04044	39,0	14,3										
I04044											58,0	0
I04045											4,0	0
I04045									21,0	14,0		
I04046	6,0											0
I04046									21,0	29,0		
I04046	41,0	28,6										
I04047											2,0	0
I04047									18,0	14,0		
I04047	38,0	14,3										
I04048									20	14,0		
I05043											10	0
I05044					13,0	0						
I05044									16,0	29,0		
I05044	24,0	28,6										
I05044											33,0	0
I05045											5,0	0
I05045	10	28,6										
I05045									25,0	43,0		
I05045						47,0						
I05046											3,0	0
I05046	13,0	28,6										
I05046									24,0	29,0		
I05046					32,0	0						
I05047											2,0	0
I05047	18,0	42,9										
I05047					34,0	0			34,0	43,0		
I05048											3,0	0
I05048	19,3	42,9										
I05048									32,5	43,0		
I05048					38,6	0						
I05049									6,0	14,0		
I05049	17,0	14,3										
I05049											32,0	0
I06043	7,0	28,6										
I06043					19,0	0						
I06043											21,0	0
I06043									38,0	29,0		
I06044	10	28,6										
I06044											12,0	0
I06044									15,0	29,0		
I06044					29,0	0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	Nfire	% di conifere	Nfire	% di foresta decidua	Nfire	% di foresta medit.	Nfire	% di prateria	Nfire	% di tundra	Nfire
I06045					8,0	0						
I06046					16,0	0						
I06047					31,3	0						
I06048											1,3	0
I06048					61,2	0						
I06049											4,7	0
I06049	8,3	28,6										
I06049									23,7	43,0		
I06049					37,9	0						
I06050											2,0	0
I06050					7,0	0						
I06050	18,0	28,6										
I06050									34,0	29,0		
I06051									12,0	0		
I07043	1,0	14,3										
I07043							2,0	185,7				
I07043											8,0	0
I07043									23,0	43,0		
I07043					32,0	0						
I07044											6,0	0
I07044									8,0	29,0		
I07044					45,0	0						
I07045					22,0	0						
I07046					5,0	0						
I07047	1,0	14,3										
I07047					3,0	0						
I07048					3,0	0						
I07049	8,2	28,6										
I07049									13,3	43,0		
I07049											17,4	0
I07049					26,6	0						
I07050											4,0	0
I07050					14,0	0						
I07050	26,0	28,6										
I07050									28,0	43,0		
I07051											5,0	0
I07051	26,0	28,6										
I07051									30	29,0		
I07052									43,0	0		
I07052	47,0	0										
I07053									37,0	0		
I07053	49,0	0										
I08043			4,0	28,6								

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	Nfire	% di conifere	Nfire	% di foresta decidua	Nfire	% di foresta medit.	Nfire	% di prateria	Nfire	% di tundra	Nfire
I08043							6,0	242,9				
I08043					41,0	0						
I08044											1,0	0
I08044			5,0	42,9								
I08044							6,0	242,9				
I08044					58,0	0						
I08045							3,0	185,7				
I08045			6,0	42,9								
I08045					60	0						
I08046					55,0	0						
I08047					17,0	0						
I08048					2,0	0						
I08049	2,1	28,6										
I08049									3,2	29,0		
I08049											4,3	0
I08049					28,7	0						
I08050											12,0	0
I08050	14,0	28,6										
I08050									18,0	43,0		
I08050					39,0	0						
I08051											3,0	0
I08051									18,0	29,0		
I08051					22,0	0						
I08051	39,0	28,6										
I08052											1,0	0
I08052									10	14,0		
I08052					15,0	0						
I08052	61,0	28,6										
I08053											7,0	0
I08053									17,0	0		
I08053	74,0	14,3										
I08054									44,0	0		
I08054	50	0										
I09046			4,0	42,9								
I09046					75,0	0						
I09047					53,0	0						
I09048					6,0	0						
I09049					1,1	0						
I09050											12,8	0
I09050									16,7	29,0		
I09050					51,4	0						
I09051											5,0	0
I09051	7,0	28,6										

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	Nfire	% di conifere	Nfire	% di foresta decidua	Nfire	% di foresta medit.	Nfire	% di prateria	Nfire	% di tundra	Nfire
I09051									8,0	29,0		
I09051					65,0	0						
I09052											12,0	0
I09052									14,0	29,0		
I09052					23,0	0						
I09052	43,0	28,6										
I09053									6,0	29,0		
I09053					12,0	0						
I09053											21,0	0
I09053	57,0	42,9										
I09054					14,0	0						
I09054									24,0	14,0		
I09054	62,0	28,6										
I10046							3,0	185,7				
I10046			7,0	28,6								
I10046					46,0	0						
I10047					68,0	0						
I10048					12,0	0						
I10049					1,0	0						
I10050					12,0	0						
I10051									1,0	14,0		
I10051					11,0	0						
I10052									2,0	14,0		
I10052					40	0						
I10053									3,0	29,0		
I10053											7,0	0
I10053	19,0	28,6										
I10053					62,0	0						
I10054									2,0	14,0		
I10054											14,0	0
I10054	26,0	28,6										
I10054					54,0	0						
I10055	100	0										
I11046	1,0	14,3										
I11046							10	185,7				
I11046					38,0	0						
I11047					72,0	0						
I11048			21,0	14,3								
I11049			2,0	0								
I11050			4,0	14,3								
I11052					3,2	0						
I11053					9,0	0						
I11054									1,0	14,0		

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	Nfire	% di conifere	Nfire	% di foresta decidua	Nfire	% di foresta med.	Nfire	% di prateria	Nfire	% di tundra	Nfire
I11054											7,0	0
I11054	19,0	28,6										
I11054					46,0	0						
I11055									9,0	14,0		0
I11055	34,0	28,6										
I11055					48,0	0						
I12044							18,0	128,6				
I12045							34,0	185,7				
I12046							8,0	185,7				
I12046					21,0	0						
I12047					47,0	0						
I12048			57,0	28,6								
I12050							1,1	71,4				
I12051							7,0	71,4				
I12053									2,6	14,0		
I12053					22,5	0						
I12054									5,0	14,0		
I12054					46,0	0						
I13037							100	185,7				
I13038									35,0	43,0		
I13038							64,0	300				
I13039							100	185,7				
I13043							50	128,6				
I13044					8,0	0						
I13044							41,0	185,7				
I13045					13,0	0						
I13045							43,0	242,9				
I13046							8,0	185,7				
I13046					41,0	0						
I13047							1,0	128,6				
I13047					43,0	0						
I13048			72,0	42,9								
I13049			5,0	14,3								
I13050			40	0								
I13053									26,0	29,0		
I13053					42,0	0						
I13054					35,0	0						
I13054									60	14,0		
I14037									32,0	43,0		
I14037							57,0	242,9				
I14038					3,0	0						
I14038							21,0	300				
I14038									65,0	71,0		

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	Nfire	% di conifere	Nfire	% di foresta decidua	Nfire	% di foresta medit.	Nfire	% di prateria	Nfire	% di tundra	Nfire
I14039					1,0	0						
I14039							25,0	300				
I14039									64,0	71,0		
I14040					4,0	0						
I14040							35,0	242,9				
I14040									53,0	57,0		
I14043							100	128,6				
I14044							24,0	71,4				
I14045					15,0	0						
I14045							19,0	185,7				
I14046							2,0	128,6				
I14046					38,0	0						
I14047					37,0	0						
I14048					56,0	0						
I14049					30,3	0						
I15036							15,2	185,7				
I15036									42,7	43,0		
I15037					1,0	0						
I15037							10,2	300				
I15037									54,3	71,0		
I15038					1,0	0						
I15038							27,0	357,1				
I15038									58,0	71,0		
I15039									36,0	71,0		
I15039							55,0	357,1				
I15040							37,0	300				
I15040									48,0	57,0		
I15044							37,0	128,6				
I15045									1,0	14,0		
I15045					14,0	0	14,0	185,7				
I15046					36,5	0						
I15047							2,3	128,6				
I15047					33,0	0						
I15048							1,0	128,6				
I15048					48,0	0						
I15049					16,0	0						
I16035					2,0	0						
I16035									36,0	43,0		
I16035							43,0	242,9				
I16036					2,0	0						
I16036							22,0	300				
I16036									25,0	57,0		
I16037					5,0	0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	Nfire	% di conifere	Nfire	% di foresta decidua	Nfire	% di foresta medit.	Nfire	% di prateria	Nfire	% di tundra	Nfire
I16037							20	300				
I16037									63,0	71,0		
I16038					1,0	0						
I16038									25,0	57,0		
I16038							51,0	357,1				
I16039					2,0	0						
I16039							23,0	242,9				
I16039									54,0	71,0		
I16040									37,0	29,0		
I16040							63,0	185,7				
I16045							6,0	185,7				
I16045									10	29,0		
I16045					28,0	0						
I16046							8,2	185,7				
I16046					16,4	0						
I16047							8,0	185,7				
I16047					33,0	0						
I16048											1,0	0
I16048							2,0	128,6				
I16048					70	0						
I16049					10	0						
I16050							15,0	128,6				
I17035							25,0	242,9				
I17035									50	57,0		
I17036					3,2	0						
I17036									23,1	43,0		
I17036							24,2	242,9				
I17037					6,0	0						
I17037							28,0	300				
I17037									53,0	71,0		
I17038									28,0	43,0		
I17038							41,0	300				
I17045					6,4	0	6,4	185,7				
I17046							7,0	185,7				
I17046					12,0	0						
I17047									1,0	14,0		
I17047											2,0	0
I17047							5,0	185,7				
I17047					62,0	0						
I17048											4,0	0
I17048					54,0	0						
I17049					6,0	0						
I18036									39,0	43,0		

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	Nfire	% di conifere	Nfire	% di foresta decidua	Nfire	% di foresta medit.	Nfire	% di prateria	Nfire	% di tundra	Nfire
I18036							57,0	242,9				
I18037					1,0	0						
I18037							20	185,7				
I18037									31,0	43,0		
I18045									3,0	29,0		
I18045					7,0	0						
I18045							13,0	185,7				
I18046									1,0	14,0	1,0	0
I18046							2,0	185,7				
I18046					31,0	0						
I18047											6,0	0
I18047					30	0						
I18048							1,0	128,6				
I18048											5,0	0
I18048					12,0	0						
I18049					5,0	0						
I19044							100	185,7				
I19045					5,0	0						
I19045									7,0	29,0		
I19045							13,0	185,7				
I19046											1,0	0
I19046									6,0	29,0		
I19046							11,0	242,9				
I19046					19,0	0						
I19047							1,0	128,6				
I19047											7,0	0
I19047					36,0	0						
I19048	1,0	14,3					1,0	128,6				
I19048											4,0	0
I19048					19,0	0						
I19049					2,0	0						
I19049							8,0	128,6				
I20044							100	185,7				
I20045									3,0	14,0		
I20045							28,0	185,7				
I20046									10	43,0		
I20046					12,0	0						
I20046							13,0	242,9				
I20047											3,0	0
I20047							4,0	185,7				
I20047					33,0	0						
I20048					23,0	0						
I21045					6,0	0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	Nfire	% di conifere	Nfire	% di foresta decidua	Nfire	% di foresta medit.	Nfire	% di prateria	Nfire	% di tundra	Nfire
I21045							30	185,7				
I21046							2,0	185,7				
I21046					4,0	0						
I21047											1,0	0
I21047					31,0	0						
I21048					15,0	0						
I21049					2,2	0			2,2	29,0		
I21049							3,3	185,7				
I21050							56,2	185,7				
I22045							100	185,7				
I22046							4,0	185,7				
I22046					27,0	0						
I22047					19,0	0						
I22048					7,0	0						
I22049			1,0	14,3			1,0	128,6				
I22049					3,0	0						
I22049									17,0	43,0		
I22050			11,9	28,6								
I22050					14,1	0						
I22050									18,4	29,0		
I22050							19,5	185,7				
I23046							8,0	185,7				
I23046					13,0	0						
I23047					32,0	0						
I23048					16,0	0						
I23049					1,0	0						
I24038							1,0	71,4				
I24038									10	14,0		
I24039							1,0	71,4				
I24039									44,0	29,0		
I24041									18,0	0		
I24046					12,0	0						
I24046							32,0	242,9				
I24047							2,0	185,7				
I24047					28,0	0						
I24048					19,0	0						
I24049	4,0	28,6			4,0	0						
I25038					2,0	0						
I25038									4,0	29,0		
I25039									10	29,0		
I25040									28,0	29,0		
I25046									14,0	29,0		
I25046					16,0	0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	Nfire	% di conifere	Nfire	% di foresta decidua	Nfire	% di foresta medit.	Nfire	% di prateria	Nfire	% di tundra	Nfire
I25046							20	185,7				
I25047							4,0	185,7				
I25047									8,0	29,0		
I25047					35,0	0						
I25048							4,0	185,7				
I25048					17,0	0						
I25048	19,0	42,9										
I25049	1,0	14,3			1,0	0						
I25049							7,0	185,7				
I25050	1,0	14,3			1,0	0						
I25050							8,0	185,7				
I26035									6,0	14,0		
I26035							21,0	128,6				
I26038									5,0	14,0		
I26039					3,0	0			3,0	29,0		
I26040							2,0	185,7				
I26040					3,0	0						
I26040									8,0	29,0		
I26041							12,0	128,6				
I26041					21,0	0						
I26042									71,0	14,0		
I26043									100	14,0		
I26046									8,0	29,0		
I26046					51,0	0						
I26047							1,0	185,7				
I26047									5,0	29,0		
I26047					32,0	0						
I26048							3,0	185,7				
I26048					8,0	0						
I26048									15,0	43,0		
I26049					1,0	0						
I26049							17,0	185,7				
I26050							7,0	185,7				
I27038									5,0	14,0		
I27039					3,0	0						
I27039									6,0	29,0		
I27040							2,0	185,7				
I27040									4,0	29,0		
I27040					7,0	0						
I27041									1,0	14,0		
I27041							11,0	185,7				
I27041					21,0	0						
I27042					1,0	0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	Nfire	% di conifere	Nfire	% di foresta decidua	Nfire	% di foresta medit.	Nfire	% di prateria	Nfire	% di tundra	Nfire
I27042							8,0	185,7				
I27042									15,0	29,0		
I27043									46,0	29,0		
I27044									50	14,0		
I27045							19,0	185,7				
I27046									5,0	29,0		
I27046			8,0	42,9								
I27046					40	0						
I27047							3,0	185,7	3,0	29,0		
I27047			21,0	42,9								
I27047					25,0	0						
I28039									6,0	29,0		
I28040					1,0	0						
I28040									3,0	14,0		
I28041			1,0	14,3								
I28041									5,0	29,0		
I28041					12,0	0						
I28042			1,0	14,3								
I28042							2,0	185,7				
I28042									7,0	29,0		
I28042					17,0	0						
I28043					4,0	0						
I28043							7,0	185,7				
I28043									8,0	29,0		
I28044					5,0	0						
I28044							8,0	185,7				
I28045					24,0	0						
I28046									1,0	29,0		
I28046			5,0	28,6								
I28046					38,0	0						
I28047							4,0	185,7				
I28047			7,0	28,6								
I28047					21,0	0						
I28050							2,0	128,6				
I28051							4,0	128,6				
I29034									54,0	14,0		
I29035									54,0	0		
I29039							2,0	128,6				
I29040							1,0	128,6				
I29040					6,0	0						
I29040									9,0	29,0		
I29041					4,0	0			4,0	14,0		
I29042					5,0	0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	Nfire	% di conifere	Nfire	% di foresta decidua	Nfire	% di foresta medit.	Nfire	% di prateria	Nfire	% di tundra	Nfire
I29043			3,0	28,6								
I29043									5,0	29,0		
I29043					13,0	0						
I29043							33,0	242,9				
I29044			5,0	28,6								
I29044							7,0	242,9				
I29044					42,0	0						
I29045							24,0	242,9				
I29045					36,0	0						
I29047					15,0	0						
I30040					7,0	0			7,0	14,0		

2.12 Quantità di azoto immobilizzato dal materiale organico del suolo

Risoluzione 50x50 km²

La quantità di azoto immobilizzato nel materiale organico del suolo è stato determinato sulla base del clima e in particolare dall'ammontare delle precipitazioni e dalla temperatura, più caldo è il clima minore sarà l'azoto immobilizzato nel suolo, viceversa più freddo è il clima maggiore sarà l'azoto immobilizzato.

Nella tabella 2.12.1 vengono riportati i valori di azoto immobilizzato nel suolo per ogni ecosistema previsto dalla metodologia di stima del carico critico di azoto nutriente

Tabella 2.12.1: Valori di azoto immobilizzato nel materiale organico del suolo

Ecosistemi	kg N ha ⁻¹ anno ⁻¹
Tundra	2,5
Foresta boreale	2,5
Conifere temperate	2
Decidue temperate	2
Foresta mediterranea	0,5
Pascoli acidi	1,25
Altro (*)	9999

Fonte: Vetrella G. (1998)

(*) Il valore 9999 indica che l'ecosistema "Altro" è ritenuto non sensibile all'eutrofizzazione.

La quantità di azoto immobilizzato dal materiale organico del suolo è dato dall'ammontare di azoto che si accumula annualmente nell'humus del suolo, espresso come Kg N ha⁻¹ anno⁻¹ ed è presentato per ogni ecosistema presente nella singola cella 50x50 nella tabella 2.12.2

Tabella 2.12.2: Quantità di azoto immobilizzato dal materiale organico del suolo (eq.ha⁻¹yr⁻¹)

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N immob.	% di conifere	N immob.	% di foresta decidua	N immob.	% di foresta med.	N immob.	% di prateria	N immob.	% di tundra	N immob.
I04044									3,0	89,0		
I04044	39,0	178,6										
I04044											58,0	178,6
I04045											4,0	178,6
I04045									21,0	89,0		
I04046											6,0	178,6
I04046									21,0	89,0		
I04046	41,0	178,6										
I04047											2,0	178,6
I04047									18,0	89,0		
I04047	38,0	178,6										
I04048									20	89,0		
I05043											10	178,6
I05044					13,0	143,0						
I05044									16,0	89,0		
I05044	24,0	178,6										
I05044											33,0	178,6
I05045											5,0	178,6
I05045	10	178,6										
I05045									25,0	89,0		
I05045					47,0	143,0						
I05046											3,0	178,6
I05046	13,0	178,6										
I05046									24,0	89,0		
I05046					32,0	143,0						
I05047											2,0	178,6
I05047	18,0	178,6										
I05047						143,0			34,0	89,0		
I05048											3,0	178,6
I05048	19,3	178,6										
I05048									32,5	89,0		
I05048					38,6	143,0						
I05049									6,0	89,0		
I05049	17,0	178,6										
I05049											32,0	178,6
I06043	7,0	178,6										
I06043					19,0	143,0						
I06043											21,0	178,6
I06043									38,0	89,0		
I06044	10	178,6										
I06044											12,0	178,6
I06044									15,0	89,0		
I06044					29,0	143,0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N immob.	% di conifere	N immob.	% di foresta decidua	N immob.	% di foresta mediterr.	N immob.	% di prateria	N immob.	% di tundra	N immob.
I06045					8,0	143,0						
I06046					16,0	143,0						
I06047					31,3	143,0						
I06048											1,3	178,6
I06048					61,2	143,0						
I06049											4,7	178,6
I06049	8,3	178,6										
I06049									23,7	89,0		
I06049					37,9	143,0						
I06050											2,0	178,6
I06050					7,0	143,0						
I06050	18,0	178,6										
I06050									34,0	89,0		
I06051									12,0	89,0		
I07043	1,0	178,6										
I07043							2,0	35,7				
I07043											8,0	178,6
I07043									23,0	89,0		
I07043					32,0	143,0						
I07044											6,0	178,6
I07044									8,0	89,0		
I07044					45,0	143,0						
I07045					22,0	143,0						
I07046					5,0	143,0						
I07047	1,0	178,6										
I07047					3,0	143,0						
I07048					3,0	143,0						
I07049	8,2	178,6										
I07049									13,3	89,0		
I07049											17,4	178,6
I07049					26,6	143,0						
I07050											4,0	178,6
I07050					14,0	143,0						
I07050	26,0	178,6										
I07050									28,0	89,0		
I07051											5,0	178,6
I07051	26,0	178,6										
I07051									30	89,0		
I07052									43,0	89,0		
I07052	47,0	178,6										
I07053									37,0	89,0		
I07053	49,0	178,6										
I08043			4,0	142,9								

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N immob.	% di conifere	N immob.	% di foresta decidua	N immob.	% di foresta medit.	N immob.	% di prateria	N immob.	% di tundra	N immob.
I08043							6,0	35,7				
I08043					41,0	143,0						
I08044											1,0	178,6
I08044			5,0	142,9								
I08044							6,0	35,7				
I08044					58,0	143,0						
I08045							3,0	35,7				
I08045			6,0	142,9								
I08045					60	143,0						
I08046					55,0	143,0						
I08047					17,0	143,0						
I08048					2,0	143,0						
I08049	2,1	178,6										
I08049									3,2	89,0		
I08049											4,3	178,6
I08049					28,7	143,0						
I08050											12,0	178,6
I08050	14,0	178,6										
I08050									18,0	89,0		
I08050					39,0	143,0						
I08051											3,0	178,6
I08051									18,0	89,0		
I08051					22,0	143,0						
I08051	39,0	178,6										
I08052											1,0	178,6
I08052									10	89,0		
I08052					15,0	143,0						
I08052	61,0	178,6										
I08053	7,0											178,6
I08053									17,0	89,0		
I08053	74,0	178,6										
I08054									44,0	89,0		
I08054	50	178,6										
I09046			4,0	142,9								
I09046					75,0	143,0						
I09047					53,0	143,0						
I09048					6,0	143,0						
I09049					1,1	143,0						
I09050											12,8	178,6
I09050									16,7	89,0		
I09050					51,4	143,0						
I09051											5,0	178,6
I09051	7,0	178,6										

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N immob.	% di conifere	N immob.	% di foresta decidua	N immob.	% di foresta medit.	N immob.	% di prateria	N immob.	% di tundra	N immob.
I09051									8,0	89,0		
I09051					65,0	143,0						
I09052											12,0	178,6
I09052									14,0	89,0		
I09052					23,0	143,0						
I09052	43,0	178,6										
I09053									6,0	89,0		
I09053					12,0	143,0						
I09053											21,0	178,6
I09053	57,0	178,6										
I09054					14,0	143,0						
I09054									24,0	89,0		
I09054	62,0	178,6										
I10046							3,0	35,7				
I10046			7,0	142,9								
I10046					46,0	143,0						
I10047					68,0	143,0						
I10048					12,0	143,0						
I10049					1,0	143,0						
I10050					12,0	143,0						
I10051									1,0	89,0		
I10051					11,0	143,0						
I10052									2,0	89,0		
I10052					40	143,0						
I10053									3,0	89,0		
I10053											7,0	178,6
I10053	19,0	178,6										
I10053					62,0	143,0						
I10054									2,0	89,0		
I10054											14,0	178,6
I10054	26,0	178,6										
I10054	54,0				54,0	143,0						
I10055	100	178,6										
I11046	1,0	178,6										
I11046							10	35,7				
I11046					38,0	143,0						
I11047					72,0	143,0						
I11048			21,0	142,9								
I11049			2,0	142,9								
I11050			4,0	142,9								
I11052					3,2	143,0						
I11053					9,0	143,0						
I11054									1,0	89,0		

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N immob.	% di conifere	N immob.	% di foresta decidua	N immob.	% di foresta med.	N immob.	% di prateria	N immob.	% di tundra	N immob.
I11054											7,0	178,6
I11054	19,0	178,6										
I11054					46,0	143,0						
I11055									9,0	89,0	9,0	178,6
I11055	34,0	178,6										
I11055					48,0	143,0						
I12044							18,0	35,7				
I12045							34,0	35,7				
I12046							8,0	35,7				
I12046					21,0	143,0						
I12047					47,0	143,0						
I12048			57,0	142,9								
I12050							1,1	35,7				
I12051							7,0	35,7				
I12053									2,6	89,0		
I12053					22,5	143,0						
I12054									5,0	89,0		
I12054					46,0	143,0						
I13037							100	35,7				
I13038									35,0	89,0		
I13038							64,0	35,7				
I13039							100	35,7				
I13043							50	35,7				
I13044					8,0	143,0						
I13044							41,0	35,7				
I13045					13,0	143,0						
I13045							43,0	35,7				
I13046							8,0	35,7				
I13046					41,0	143,0						
I13047							1,0	35,7				
I13047					43,0	143,0						
I13048			72,0	142,9								
I13049			5,0	142,9								
I13050			40	142,9								
I13053									26,0	89,0		
I13053					42,0	143,0						
I13054					35,0	143,0						
I13054									60	89,0		
I14037									32,0	89,0		
I14037							57,0	35,7				
I14038					3,0	143,0						
I14038							21,0	35,7				
I14038									65,0	89,0		

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N immob.	% di conifere	N immob.	% di foresta decidua	N immob.	% di foresta medit.	N immob.	% di prateria	N immob.	% di tundra	N immob.
I14039					1,0	143,0						
I14039							25,0	35,7				
I14039									64,0	89,0		
I14040					4,0	143,0						
I14040							35,0	35,7				
I14040									53,0	89,0		
I14043							100	35,7				
I14044							24,0	35,7				
I14045					15,0	143,0						
I14045							19,0	35,7				
I14046							2,0	35,7				
I14046					38,0	143,0						
I14047					37,0	143,0						
I14048					56,0	143,0						
I14049					30,3	143,0						
I15036							15,2	35,7				
I15036									42,7	89,0		
I15037					1,0	143,0						
I15037							10,2	35,7				
I15037									54,3	89,0		
I15038					1,0	143,0						
I15038							27,0	35,7				
I15038									58,0	89,0		
I15039									36,0	89,0		
I15039							55,0	35,7				
I15040							37,0	35,7				
I15040									48,0	89,0		
I15044							37,0	35,7				
I15045									1,0	89,0		
I15045						143,0	14,0	35,7				
I15046					36,5	143,0						
I15047							2,3	35,7				
I15047					33,0	143,0						
I15048							1,0	35,7				
I15048					48,0	143,0						
I15049					16,0	143,0						
I16035					2,0	143,0						
I16035									36,0	89,0		
I16035							43,0	35,7				
I16036					2,0	143,0						
I16036							22,0	35,7				
I16036									25,0	89,0		
I16037					5,0	143,0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N immob.	% di conifere	N immob.	% di foresta decidua	N immob.	% di foresta medit.	N immob.	% di prateria	N immob.	% di tundra	N immob.
I16037							20	35,7				
I16037									63,0	89,0		
I16038					1,0	143,0						
I16038									25,0	89,0		
I16038							51,0	35,7				
I16039					2,0	143,0						
I16039							23,0	35,7				
I16039									54,0	89,0		
I16040									37,0	89,0		
I16040							63,0	35,7				
I16045							6,0	35,7				
I16045									10	89,0		
I16045					28,0	143,0						
I16046							8,2	35,7				
I16046					16,4	143,0						
I16047							8,0	35,7				
I16047					33,0	143,0						
I16048											1,0	178,6
I16048							2,0	35,7				
I16048					70	143,0						
I16049					10	143,0						
I16050							15,0	35,7				
I17035							25,0	35,7				
I17035									50	89,0		
I17036					3,2	143,0						
I17036									23,1	89,0		
I17036							24,2	35,7				
I17037					6,0	143,0						
I17037							28,0	35,7				
I17037									53,0	89,0		
I17038									28,0	89,0		
I17038							41,0	35,7				
I17045					6,4	143,0	6,4	35,7				
I17046							7,0	35,7				
I17046					12,0	143,0						
I17047									1,0	89,0		
I17047											2,0	178,6
I17047							5,0	35,7				
I17047					62,0	143,0						
I17048											4,0	178,6
I17048					54,0	143,0						
I17049					6,0	143,0						
I18036									39,0	89,0		

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N immob.	% di conifere	N immob.	% di foresta decidua	N immob.	% di foresta medit.	N immob.	% di prateria	N immob.	% di tundra	N immob.
I18036							57,0	35,7				
I18037					1,0	143,0						
I18037							20	35,7				
I18037									31,0	89,0		
I18045									3,0	89,0		
I18045					7,0	143,0						
I18045							13,0	35,7				
I18046									1,0	89,0	1,0	178,6
I18046							2,0	35,7				
I18046					31,0	143,0						
I18047											6,0	178,6
I18047					30	143,0						
I18048							1,0	35,7				
I18048											5,0	178,6
I18048					12,0	143,0						
I18049					5,0	143,0						
I19044							100	35,7				
I19045					5,0	143,0						
I19045									7,0	89,0		
I19045							13,0	35,7				
I19046											1,0	178,6
I19046									6,0	89,0		
I19046							11,0	35,7				
I19046					19,0	143,0						
I19047							1,0	35,7				
I19047											7,0	178,6
I19047					36,0	143,0						
I19048	1,0	178,6						35,7				
I19048											4,0	178,6
I19048					19,0	143,0						
I19049					2,0	143,0						
I19049							8,0	35,7				
I20044							100	35,7				
I20045									3,0	89,0		
I20045							28,0	35,7				
I20046									10	89,0		
I20046					12,0	143,0						
I20046							13,0	35,7				
I20047											3,0	178,6
I20047							4,0	35,7				
I20047					33,0	143,0						
I20048					23,0	143,0						
I21045					6,0	143,0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N immob.	% di conifere	N immob.	% di foresta decidua	N immob.	% di foresta medit.	N immob.	% di prateria	N immob.	% di tundra	N immob.
I21045							30	35,7				
I21046							2,0	35,7				
I21046					4,0	143,0						
I21047											1,0	178,6
I21047					31,0	143,0						
I21048					15,0	143,0						
I21049					2,2	143,0			2,2	89,0		
I21049							3,3	35,7				
I21050							56,2	35,7				
I22045							100	35,7				
I22046							4,0	35,7				
I22046					27,0	143,0						
I22047					19,0	143,0						
I22048					7,0	143,0						
I22049			1,0	142,9				35,7				
I22049					3,0	143,0						
I22049									17,0	89,0		
I22050			11,9	142,9								
I22050					14,1	143,0						
I22050									18,4	89,0		
I22050							19,5	35,7				
I23046							8,0	35,7				
I23046					13,0	143,0						
I23047					32,0	143,0						
I23048					16,0	143,0						
I23049					1,0	143,0						
I24038							1,0	35,7				
I24038									10	89,0		
I24039							1,0	35,7				
I24039									44,0	89,0		
I24041									18,0	89,0		
I24046					12,0	143,0						
I24046							32,0	35,7				
I24047							2,0	35,7				
I24047					28,0	143,0						
I24048					19,0	143,0						
I24049	4,0	178,6			4,0	143,0						
I25038					2,0	143,0						
I25038									4,0	89,0		
I25039									10	89,0		
I25040									28,0	89,0		
I25046									14,0	89,0		
I25046					16,0	143,0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N immob.	% di conifere	N immob.	% di foresta decidua	N immob.	% di foresta medit.	N immob.	% di prateria	N immob.	% di tundra	N immob.
I25046							20	35,7				
I25047							4,0	35,7				
I25047									8,0	89,0		
I25047					35,0	143,0						
I25048							4,0	35,7				
I25048					17,0	143,0						
I25048	19,0	178,6										
I25049	1,0	178,6				143,0						
I25049							7,0	35,7				
I25050	1,0	178,6			1,0	143,0						
I25050							8,0	35,7				
I26035									6,0	89,0		
I26035							21,0	35,7				
I26038									5,0	89,0		
I26039					3,0	143,0			3,0	89,0		
I26040							2,0	35,7				
I26040					3,0	143,0						
I26040									8,0	89,0		
I26041							12,0	35,7				
I26041					21,0	143,0						
I26042									71,0	89,0		
I26043									100	89,0		
I26046									8,0	89,0		
I26046					51,0	143,0						
I26047							1,0	35,7				
I26047									5,0	89,0		
I26047					32,0	143,0						
I26048							3,0	35,7				
I26048					8,0	143,0						
I26048									15,0	89,0		
I26049					1,0	143,0						
I26049							17,0	35,7				
I26050							7,0	35,7				
I27038									5,0	89,0		
I27039					3,0	143,0						
I27039									6,0	89,0		
I27040							2,0	35,7				
I27040									4,0	89,0		
I27040					7,0	143,0						
I27041									1,0	89,0		
I27041							11,0	35,7				
I27041					21,0	143,0						
I27042					1,0	143,0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	Nfire	% di conifere	Nfire	% di foresta decidua	Nfire	% di foresta mediterranea	Nfire	% di prateria	Nfire	% di tundra	Nfire
I27042							8,0	35,7				
I27042									15,0	89,0		
I27043									46,0	89,0		
I27044									50	89,0		
I27045							19,0	35,7				
I27046									5,0	89,0		
I27046			8,0	142,9								
I27046					40	143,0						
I27047							3,0	35,7	3,0	89,0		
I27047			21,0	142,9								
I27047					25,0	143,0						
I28039									6,0	89,0		
I28040					1,0	143,0						
I28040									3,0	89,0		
I28041			1,0	142,9								
I28041									5,0	89,0		
I28041					12,0	143,0						
I28042			1,0	142,9								
I28042							2,0	35,7				
I28042									7,0	89,0		
I28042					17,0	143,0						
I28043					4,0	143,0						
I28043							7,0	35,7				
I28043									8,0	89,0		
I28044					5,0	143,0						
I28044							8,0	35,7				
I28045					24,0	143,0						
I28046									1,0	89,0		
I28046			5,0	142,9								
I28046					38,0	143,0						
I28047							4,0	35,7				
I28047			7,0	142,9								
I28047					21,0	143,0						
I28050							2,0	35,7				
I28051							4,0	35,7				
I29034									54,0	89,0		
I29035									54,0	89,0		
I29039							2,0	35,7				
I29040							1,0	35,7				
I29040					6,0	143,0						
I29040									9,0	89,0		
I29041					4,0	143,0				89,0		
I29042					5,0	143,0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	Nfire	% di conifere	Nfire	% di foresta decidua	Nfire	% di foresta mediterranea	Nfire	% di prateria	Nfire	% di tundra	Nfire
I29043			3,0	142,9								
I29043									5,0	89,0		
I29043					13,0	143,0						
I29043							33,0	35,7				
I29044			5,0	142,9								
I29044							7,0	35,7				
I29044					42,0	143,0						
I29045							24,0	35,7				
I29045					36,0	143,0						
I29047					15,0	143,0						
I30040					7,0	143,0			7,0	89,0		

2.13 Quantità di azoto rimosso dalla biomassa vegetale e animale

Risoluzione 50x50 km²

La quantità di azoto rimosso dalla biomassa vegetale e animale ha le dimensioni di kg N ha⁻¹ anno⁻¹ ed è stato determinato in prima approssimazione, sulla base della crescita vegetativa: minore è la crescita vegetativa e minore sarà l'azoto rimosso nella biomassa, viceversa maggiore è la crescita e maggiore sarà l'azoto rimosso.

Va tuttavia considerato che fin tanto che la biomassa non viene asportata definitivamente dall'ecosistema (ad esempio con il taglio del bosco) l'azoto in esso presente può essere considerato come temporaneamente indisponibile. Più correttamente l'azoto effettivamente rimosso dall'ecosistema è dato solo dalla frazione effettivamente allontanata dall'ecosistema. Sulla base di queste considerazioni i valori di azoto rimosso con la biomassa animale e vegetale sono stati attribuiti ad ogni ecosistema previsto dalla metodologia di stima del carico critico di azoto nutriente sulla base dei dati ISTAT sulle utilizzazioni forestali e dei dati dell'Inventario Forestale Nazionale del 1985 (Ministero delle politiche agricole e forestali, 1985) per quanto riguarda le superfici forestali.

I valori di azoto rimosso nella biomassa animale e vegetale sono stati attribuiti, ad ogni ecosistema previsto dalla metodologia di stima del carico critico di azoto nutriente vengono riassunti nella tabella 2.13.2.

Tabella 2.13.1: Rimozione di azoto nella biomassa animale e vegetale (in Kg ha⁻¹ anno⁻¹) per tipo di ecosistema

Ecosistemi	Crescita vegetativa	Densità del fusto	Rapporto rami/fusto	% di N nel fusto	% di N nei rami	Rimozione di azoto nella biomassa
	Valori di riferimento C	d _f	t	N _f	N _r	N _u
	m ³ ha ⁻¹ anno ⁻¹	kg/m ³		%	%	kg N ha ⁻¹ anno ⁻¹
Tundra = 11	1,97	500	0,15	0,1	0,35	1,5
Tundra = 37	2,62	500	0,15	0,1	0,35	2
Foresta boreale	7,20	490	0,15	0,11	0,40	6
Conifere temperate	6,56	500	0,15	0,10	0,35	5
Decidue temperate	5,95	700	0,20	0,15	0,45	10
Foresta mediterranea	1,23	740	0,38	0,19	0,37	3
Pascoli acidi	0,60	700	0,20	0,15	0,45	1
Altro	0,60	700	0,20	0,15	0,45	9999

Fonte: Downing R.J. et al., 1993.

La quantità di azoto rimosso dalla biomassa vegetale e animale per ogni ecosistema presente all'interno della singola cella 50x50 è riportato nella tabella 2.13.2.

Tabella 2.13.2: Quantità di azoto rimosso dalla biomassa vegetale ed animale (eq.ha⁻¹.yr⁻¹)

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N immob.	% di conifere	N immob.	% di foresta decidua	N immob.	% di foresta medit.	N immob.	% di prateria	N immob.	% di tundra	N immob.
I104044									3,0	71,0		
I04044	39,0	428,6										
I04044											58,0	107,1
I04045											4,0	107,1
I04045									21,0	71,0		
I04046											6,0	107,1
I04046									21,0	71,0		
I04046	41,0	428,6										
I04047											2,0	107,1
I04047									18,0	71,0		
I04047	38,0	428,6										
I04048									20	71,0		
I05043											10	107,1
I05044					13,0	714,0						
I05044									16,0	71,0		
I05044	24,0	428,6										
I05044											33,0	107,1
I05045											5,0	107,1
I05045	10	428,6										
I05045									25,0	71,0		
I05045					47,0	714,0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N remov.	% di conifere	N remov.	% di foresta decidua	N remov.	% di foresta medit.	N remov.	% di prateria	N remov.	% di tundra	N remov.
I05046											3,0	107,1
I05046	13,0	428,6										
I05046									24,0	71,0		
I05046					32,0	714,0						
I05047											2,0	107,1
I05047	18,0	428,6										
I05047					34,0	714,0			34,0	71,0		
I05048											3,0	107,1
I05048	19,3	428,6										
I05048									32,5	71,0		
I05048					38,6	714,0						
I05049									6,0	71,0		
I05049	17,0	428,6										
I05049											32,0	107,1
I06043	7,0	428,6										
I06043					19,0	714,0						
I06043											21,0	107,1
I06043									38,0	71,0		
I06044	10	428,6										
I06044											12,0	107,1
I06044									15,0	71,0		
I06044					29,0	714,0						
I06045					8,0	714,0						
I06046					16,0	714,0						
I06047					31,3	714,0						
I06048											1,3	107,1
I06048					61,2	714,0						
I06049											4,7	107,1
I06049	8,3	428,6										
I06049									23,7	71,0		
I06049					37,9	714,0						
I06050											2,0	107,1
I06050					7,0	714,0						
I06050	18,0	428,6										
I06050									34,0	71,0		
I06051									12,0	71,0		
I07043	1,0	428,6										
I07043							2,0	214,3				
I07043	8,0											107,1
I07043									23,0	71,0		
I07043					32,0	714,0						
I07044											6,0	107,1
I07044									8,0	71,0		

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N remov.	% di conifere	N remov.	% di foresta decidua	N remov.	% di foresta med.	N remov.	% di prateria	N remov.	% di tundra	N remov.
I07044					45,0	714,0						
I07045					22,0	714,0						
I07046					5,0	714,0						
I07047	1,0	428,6										
I07047					3,0	714,0						
I07048					3,0	714,0						
I07049	8,2	428,6										
I07049									13,3	71,0		
I07049											17,4	107,1
I07049					26,6	714,0						
I07050											4,0	107,1
I07050					14,0	714,0						
I07050	26,0	428,6										
I07050									28,0	71,0		
I07051											5,0	107,1
I07051	26,0	428,6										
I07051									30	71,0		
I07052									43,0	71,0		
I07052	47,0	428,6										
I07053									37,0	71,0		
I07053	49,0	428,6										
I08043			4,0	357,1								
I08043							6,0	214,3				
I08043					41,0	714,0						
I08044											1,0	125,0
I08044			5,0	357,1								
I08044							6,0	214,3				
I08044					58,0	714,0						
I08045							3,0	214,3				
I08045			6,0	357,1								
I08045					60	714,0						
I08046					55,0	714,0						
I08047					17,0	714,0						
I08048					2,0	714,0						
I08049	2,1	428,6										
I08049									3,2	71,0		
I08049											4,3	107,1
I08049					28,7	714,0						
I08050											12,0	107,1
I08050	14,0	428,6										
I08050									18,0	71,0		
I08050					39,0	714,0						
I08051											3,0	107,1

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N remov.	% di conifere	N remov.	% di foresta decidua	N remov.	% di foresta medit.	N remov.	% di prateria	N remov.	% di tundra	N remov.
I08051									18,0	71,0		
I08051					22,0	714,0						
I08051	39,0	428,6										
I08052											1,0	107,1
I08052									10	71,0		
I08052					15,0	714,0						
I08052	61,0	428,6										
I08053											7,0	107,1
I08053									17,0	71,0		
I08053	74,0	428,6										
I08054									44,0	71,0		
I08054	50	428,6										
I09046			4,0	357,1								
I09046					75,0	714,0						
I09047					53,0	714,0						
I09048					6,0	714,0						
I09049					1,1	714,0						
I09050											12,8	107,1
I09050									16,7	71,0		
I09050					51,4	714,0						
I09051											5,0	107,1
I09051	7,0	428,6										
I09051									8,0	71,0		
I09051					65,0	714,0						
I09052											12,0	107,1
I09052									14,0	71,0		
I09052					23,0	714,0						
I09052	43,0	428,6										
I09053									6,0	71,0		
I09053					12,0	714,0						
I09053											21,0	107,1
I09053	57,0	428,6										
I09054					14,0	714,0						
I09054									24,0	71,0		
I09054	62,0	428,6										
I10046							3,0	214,3				
I10046			7,0	357,1								
I10046					46,0	714,0						
I10047					68,0	714,0						
I10048					12,0	714,0						
I10049					1,0	714,0						
I10050					12,0	714,0						
I10051									1,0	71,0		

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N remov.	% di conifere	N remov.	% di foresta decidua	N remov.	% di foresta med.	N remov.	% di prateria	N remov.	% di tundra	N remov.
I10051					11,0	714,0						
I10052									2,0	71,0		
I10052					40	714,0						
I10053									3,0	71,0		
I10053											7,0	107,1
I10053	19,0	428,6										
I10053					62,0	714,0						
I10054									2,0	71,0		
I10054											14,0	107,1
I10054	26,0	428,6										
I10054					54,0	714,0						
I10055	100	428,6										
I11046	1,0	428,6										
I11046							10	214,3				
I11046					38,0	714,0						
I11047					72,0	714,0						
I11048			21,0	357,1								
I11049			2,0	357,1								
I11050			4,0	357,1								
I11052					3,2	714,0						
I11053					9,0	714,0						
I11054									1,0	71,0		
I11054											7,0	107,1
I11054	19,0	428,6										
I11054					46,0	714,0						
I11055									9,0	71,0	9,0	107,1
I11055	34,0	428,6										
I11055					48,0	714,0						
I12044							18,0	214,3				
I12045							34,0	214,3				
I12046							8,0	214,3				
I12046					21,0	714,0						
I12047					47,0	714,0						
I12048			57,0	357,1								
I12050							1,1	214,3				
I12051							7,0	214,3				
I12053									2,6	71,0		
I12053					22,5	714,0						
I12054									5,0	71,0		
I12054					46,0	714,0						
I13037							100	214,3				
I13038									35,0	71,0		
I13038							64,0	214,3				

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N remov.	% di conifere	N remov.	% di foresta decidua	N remov.	% di foresta medit.	N remov.	% di prateria	N remov.	% di tundra	N remov.
I13039							100	214,3				
I13043							50	214,3				
I13044					8,0	714,0						
I13044							41,0	214,3				
I13045					13,0	714,0						
I13045							43,0	214,3				
I13046							8,0	214,3				
I13046					41,0	714,0						
I13047							1,0	214,3				
I13047					43,0	714,0						
I13048			72,0	357,1								
I13049			5,0	357,1								
I13050			40	357,1								
I13053									26,0	71,0		
I13053					42,0	714,0						
I13054					35,0	714,0						
I13054									60	71,0		
I14037									32,0	71,0		
I14037							57,0	214,3				
I14038					3,0	714,0						
I14038							21,0	214,3				
I14038									65,0	71,0		
I14039					1,0	714,0						
I14039							25,0	214,3				
I14039									64,0	71,0		
I14040					4,0	714,0						
I14040							35,0	214,3				
I14040									53,0	71,0		
I14043							100	214,3				
I14044							24,0	214,3				
I14045					15,0	714,0						
I14045							19,0	214,3				
I14046							2,0	214,3				
I14046					38,0	714,0						
I14047					37,0	714,0						
I14048					56,0	714,0						
I14049					30,3	714,0						
I15036							15,2	214,3				
I15036									42,7	71,0		
I15037					1,0	714,0						
I15037							10,2	214,3				
I15037									54,3	71,0		
I15038					1,0	714,0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N remov.	% di conifere	N remov.	% di foresta decidua	N remov.	% di foresta medit.	N remov.	% di prateria	N remov.	% di tundra	N remov.
I15038							27,0	214,3				
I15038									58,0	71,0		
I15039									36,0	71,0		
I15039							55,0	214,3				
I15040							37,0	214,3				
I15040									48,0	71,0		
I15044							37,0	214,3				
I15045									1,0	71,0		
I15045					14,0	714,0	14,0	214,3				
I15046					36,5	714,0						
I15047							2,3	214,3				
I15047					33,0	714,0						
I15048							1,0	214,3				
I15048					48,0	714,0						
I15049					16,0	714,0						
I16035					2,0	714,0						
I16035									36,0	71,0		
I16035							43,0	214,3				
I16036					2,0	714,0						
I16036							22,0	214,3				
I16036									25,0	71,0		
I16037					5,0	714,0						
I16037							20	214,3				
I16037									63,0	71,0		
I16038					1,0	714,0						
I16038									25,0	71,0		
I16038							51,0	214,3				
I16039					2,0	714,0						
I16039							23,0	214,3				
I16039									54,0	71,0		
I16040									37,0	71,0		
I16040							63,0	214,3				
I16045							6,0	214,3				
I16045									10	71,0		
I16045					28,0	714,0						
I16046							8,2	214,3				
I16046					16,4	714,0						
I16047							8,0	214,3				
I16047					33,0	714,0						
I16048											1,0	142,9
I16048							2,0	214,3				
I16048					70	714,0						
I16049					10	714,0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N remov.	% di conifere	N remov.	% di foresta decidua	N remov.	% di foresta medit.	N remov.	% di prateria	N remov.	% di tundra	N remov.
I16050							15,0	214,3				
I17035							25,0	214,3				
I17035									50	71,0		
I17036					3,2	714,0						
I17036									23,1	71,0		
I17036							24,2	214,3				
I17037					6,0	714,0						
I17037							28,0	214,3				
I17037									53,0	71,0		
I17038									28,0	71,0		
I17038							41,0	214,3				
I17045					6,4	714,0	6,4	214,3				
I17046							7,0	214,3				
I17046					12,0	714,0						
I17047									1,0	71,0		
I17047											2,0	142,9
I17047							5,0	214,3				
I17047					62,0	714,0						
I17048											4,0	142,9
I17048					54,0	714,0						
I17049					6,0	714,0						
I18036									39,0	71,0		
I18036							57,0	214,3				
I18037					1,0	714,0						
I18037							20	214,3				
I18037									31,0	71,0		
I18045									3,0	71,0		
I18045					7,0	714,0						
I18045							13,0	214,3				
I18046									1,0	71,0	1,0	142,9
I18046							2,0	214,3				
I18046					31,0	714,0						
I18047											6,0	142,9
I18047					30	714,0						
I18048							1,0	214,3				
I18048											5,0	142,9
I18048					12,0	714,0						
I18049					5,0	714,0						
I19044							100	214,3				
I19045					5,0	714,0						
I19045									7,0	71,0		
I19045							13,0	214,3				
I19046											1,0	142,9

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N remov.	% di conifere	N remov.	% di foresta decidua	N remov.	% di foresta medit.	N remov.	% di prateria	N remov.	% di tundra	N remov.
I19046									6,0	71,0		
I19046							11,0	214,3				
I19046					19,0	714,0						
I19047							1,0	214,3				
I19047											7,0	142,9
I19047					36,0	714,0						
I19048	1,0	428,6					1,0	214,3				
I19048											4,0	142,9
I19048					19,0	714,0						
I19049					2,0	714,0						
I19049							8,0	214,3				
I20044							100	214,3				
I20045									3,0	71,0		
I20045							28,0	214,3				
I20046									10	71,0		
I20046					12,0	714,0						
I20046							13,0	214,3				
I20047											3,0	142,9
I20047							4,0	214,3				
I20047					33,0	714,0						
I20048					23,0	714,0						
I21045					6,0	714,0						
I21045							30	214,3				
I21046							2,0	214,3				
I21046					4,0	714,0						
I21047											1,0	142,9
I21047					31,0	714,0						
I21048					15,0	714,0						
I21049					2,2	714,0			2,2	71,0		
I21049							3,3	214,3				
I21050							56,2	214,3				
I22045							100	214,3				
I22046							4,0	214,3				
I22046					27,0	714,0						
I22047					19,0	714,0						
I22048					7,0	714,0						
I22049			1,0	357,1			1,0	214,3				
I22049					3,0	714,0						
I22049									17,0	71,0		
I22050			11,9	357,1								
I22050					14,1	714,0						
I22050									18,4	71,0		
I22050							19,5	214,3				

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N remov.	% di conifere	N remov.	% di foresta decidua	N remov.	% di foresta medit.	N remov.	% di prateria	N remov.	% di tundra	N remov.
I23046							8,0	214,3				
I23046					13,0	714,0						
I23047					32,0	714,0						
I23048					16,0	714,0						
I23049					1,0	714,0						
I24038							1,0	214,3				
I24038									10	71,0		
I24039							1,0	214,3				
I24039									44,0	71,0		
I24041									18,0	71,0		
I24046					12,0	714,0						
I24046							32,0	214,3				
I24047							2,0	214,3				
I24047					28,0	714,0						
I24048					19,0	714,0						
I24049	4,0	428,6			4,0	714,0						
I25038					2,0	714,0						
I25038									4,0	71,0		
I25039									10	71,0		
I25040									28,0	71,0		
I25046									14,0	71,0		
I25046					16,0	714,0						
I25046							20	214,3				
I25047							4,0	214,3				
I25047									8,0	71,0		
I25047					35,0	714,0						
I25048							4,0	214,3				
I25048					17,0	714,0						
I25048	19,0	428,6										
I25049	1,0	428,6			1,0	714,0						
I25049							7,0	214,3				
I25050	1,0	428,6			1,0	714,0						
I25050							8,0	214,3				
I26035									6,0	71,0		
I26035							21,0	214,3				
I26038									5,0	71,0		
I26039					3,0	714,0				71,0		
I26040							2,0	214,3				
I26040					3,0	714,0						
I26040									8,0	71,0		
I26041							12,0	214,3				
I26041					21,0	714,0						
I26042									71,0	71,0		

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N remov.	% di conifere	N remov.	% di foresta decidua	N remov.	% di foresta medit.	N remov.	% di prateria	N remov.	% di tundra	N remov.
I26043									100	71,0		
I26046									8,0	71,0		
I26046					51,0	714,0						
I26047							1,0	214,3				
I26047									5,0	71,0		
I26047					32,0	714,0						
I26048							3,0	214,3				
I26048					8,0	714,0						
I26048									15,0	71,0		
I26049					1,0	714,0						
I26049							17,0	214,3				
I26050							7,0	214,3				
I27038									5,0	71,0		
I27039					3,0	714,0						
I27039									6,0	71,0		
I27040							2,0	214,3				
I27040									4,0	71,0		
I27040					7,0	714,0						
I27041									1,0	71,0		
I27041							11,0	214,3				
I27041					21,0	714,0						
I27042					1,0	714,0						
I27042							8,0	214,3				
I27042									15,0	71,0		
I27043									46,0	71,0		
I27044									50	71,0		
I27045							19,0	214,3				
I27046									5,0	71,0		
I27046			8,0	357,1								
I27046					40	714,0						
I27047							3,0	214,3	3,0	71,0		
I27047			21,0	357,1								
I27047					25,0	714,0						
I28039									6,0	71,0		
I28040					1,0	714,0						
I28040									3,0	71,0		
I28041			1,0	357,1								
I28041									5,0	71,0		
I28041					12,0	714,0						
I28042				1,0								
I28042							2,0	214,3				
I28042									7,0	71,0		
I28042					17,0	714,0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N remov.	% di conifere	N remov.	% di foresta decidua	N remov.	% di foresta medit.	N remov.	% di prateria	N remov.	% di tundra	N remov.
I28043					4,0	714,0						
I28043							7,0	214,3				
I28043									8,0	71,0		
I28044					5,0	714,0						
I28044							8,0	214,3				
I28045					24,0	714,0						
I28046									1,0	71,0		
I28046			5,0	357,1								
I28046					38,0	714,0						
I28047							4,0	214,3				
I28047			7,0	357,1								
I28047					21,0	714,0						
I28050							2,0	214,3				
I28051							4,0	214,3				
I29034									54,0	71,0		
I29035									54,0	71,0		
I29039							2,0	214,3				
I29040							1,0	214,3				
I29040					6,0	714,0						
I29040									9,0	71,0		
I29041						714,0			4,0	71,0		
I29042					5,0	714,0						
I29043			3,0	357,1								
I29043									5,0	71,0		
I29043					13,0	714,0						
I29043							33,0	214,3				
I29044			5,0	357,1								
I29044							7,0	214,3				
I29044					42,0	714,0						
I29045							24,0	214,3				
I29045					36,0	714,0						
I29047					15,0	714,0						
I30040					7,0	714,0			7,0	71,0		

2.14 Quantità di azoto rilasciato all'atmosfera attraverso i processi di denitrificazione

Risoluzione 50x50 km²

Il flusso di azoto rilasciato all'atmosfera mediante denitrificazione, espresso come kg N ha⁻¹ anno⁻¹, è stato determinato sulla base dell'umidità del suolo: più secco è il suolo e minore sarà l'azoto denitrificato, viceversa più umido è il suolo e maggiore sarà l'azoto denitrificato.

I valori di azoto denitrificato sono stati attribuiti, ad ogni ecosistema previsto dalla metodologia di stima del Carico critico di azoto nutriente, mediante la collaborazione di esperti del

Ministero delle risorse agricole, alimentari e forestali. Le attribuzioni elaborate sono riportate nella tabella 2.14.1.

Tabella 2.14.1: Valori di azoto denitrificato attribuiti agli ecosistemi

Ecosistemi	Fitotipi (+)	kg N ha ⁻¹ anno ⁻¹
Tundra	gruppo A: 11 gruppo B: 37 A e B (*)	0,2 0,1 (*)
Foresta boreale	tutti	1
Conifere temperate	tutti	0,5
Decidue temperate	gruppo A: 1-2-3-4-5-6-30-31-32 gruppo B: 21-22-23-27-28-29-46-47 A e B (*)	2 2,5 (*)
Foresta mediterranea	gruppo A: 17-18-19 gruppo B: 25-26 A e B (*)	0 0,2 (*)
Praterie acidofile (Pascoli acidi)	gruppo A: 12-13-14-15-16 gruppo B: 38 A e B (*)	1,5 2 (*)

Fonte: Petriccione B., 1995, comunicazione personale

(+) I numeri indicano quali dei 54 fitotipi sono inclusi nel gruppo A o nel gruppo B

(*) Maglie del grigliato EMEP 50 x 50 in cui sono presenti contemporaneamente i fitotipi del gruppo A e del gruppo B. In questo caso si assegna un valore di Nde uguale alla media ponderata dei valori di azoto di ciascun gruppo, usando come pesi la superficie di maglia occupata da ciascun gruppo.

Il flusso di azoto all'atmosfera mediante denitrificazione per ogni ecosistema presente all'interno della singola cella EMEP 50x50 è riportato in tabella 2.14.2.

Tabella 2.14.2: Quantità di azoto rilasciato attraverso il processo di denitrificazione (eq.ha⁻¹.yr⁻¹)

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N denit.	% di conifere	N denit.	% di foresta decidua	N denit.	% di foresta med.	N denit.	% di prateria	N denit.	% di tundra	N denit.
I04044									3,0	107,0		
I04044	39,0	71,4										
I04044											58,0	14,3
I04045											4,0	14,3
I04045									21,0	107,0		
I04046											6,0	14,3
I04046									21,0	107,0		
I04046	41,0	71,4										
I04047											2,0	14,3
I04047									18,0	107,0		
I04047	38,0	71,4										
I04048									20	107,0		
I05043											10	14,3
I05044					13,0	143,0						
I05044									16,0	107,0		
I05044	24,0	71,4										
I05044											33,0	14,3
I05045											5,0	14,3

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N denit.	% di conifere	N denit.	% di foresta decidua	N denit.	% di foresta medit.	N denit.	% di prateria	N denit.	% di tundra	N denit.
105045	10	71,4										
105045									25,0	107,0		
105045					47,0	143,0						
105046											3,0	14,3
105046	13,0	71,4										
105046									24,0	107,0		
105046					32,0	143,0						
105047											2,0	14,3
105047	18,0	71,4										
105047					34,0	143,0			34,0	107,0		
105048											3,0	14,3
105048	19,3	71,4										
105048									32,5	107,0		
105048					38,6	143,0						
105049									6,0	107,0		
105049	17,0	71,4										
105049											32,0	14,3
106043	7,0	71,4										
106043					19,0	143,0						
106043											21,0	14,3
106043									38,0	107,0		
106044	10	71,4										
106044											12,0	14,3
106044									15,0	107,0		
106044					29,0	143,0						
106045					8,0	143,0						
106046					16,0	143,0						
106047					31,3	143,0						
106048											1,3	14,3
106048					61,2	143,0						
106049											4,7	14,3
106049	8,3	71,4										
106049									23,7	107,0		
106049					37,9	143,0						
106050											2,0	14,3
106050					7,0	143,0						
106050	18,0	71,4										
106050									34,0	107,0		
106051									12,0	107,0		
107043	1,0	71,4										
107043							2,0	0				
107043											8,0	14,3
107043									23,0	107,0		

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N denit.	% di conifere	N denit.	% di foresta decidua	N denit.	% di foresta med.	N denit.	% di prateria	N denit.	% di tundra	N denit.
I07043					32,0	143,0						
I07044											6,0	14,3
I07044									8,0	107,0		
I07044					45,0	143,0						
I07045					22,0	177,0						
I07046					5,0	143,0						
I07047	1,0	71,4										
I07047					3,0	143,0						
I07048					3,0	143,0						
I07049	8,2	71,4										
I07049									13,3	107,0		
I07049											17,4	14,3
I07049					26,6	143,0						
I07050											4,0	14,3
I07050					14,0	143,0						
I07050	26,0	71,4										
I07050									28,0	107,0		
I07051											5,0	14,3
I07051	26,0	71,4										
I07051									30	107,0		
I07052									43,0	107,0		
I07052	47,0	71,4										
I07053									37,0	107,0		
I07053	49,0	71,4										
I08043			4,0	35,7								
I08043							6,0	0				
I08043					41,0	179,0						
I08044											1,0	10,7
I08044			5,0	35,7								
I08044							6,0	0				
I08044					58,0	171,0						
I08045							3,0	0				
I08045			6,0	35,7								
I08045					60	178,0						
I08046					55,0	171,0						
I08047					17,0	177,0						
I08048					2,0	143,0						
I08049	2,1	71,4										
I08049									3,2	107,0		
I08049											4,3	14,3
I08049					28,7	143,0						
I08050											12,0	14,3
I08050	14,0	71,4										

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N denit.	% di conifere	N denit.	% di foresta decidua	N denit.	% di foresta medit.	N denit.	% di prateria	N denit.	% di tundra	N denit.
I08050									18,0	107,0		
I08050					39,0	143,0						
I08051											3,0	14,3
I08051									18,0	107,0		
I08051					22,0	143,0						
I08051	39,0	71,4										
I08052											1,0	14,3
I08052									10	107,0		
I08052					15,0	143,0						
I08052	61,0	71,4										
I08053											7,0	14,3
I08053									17,0	107,0		
I08053	74,0	71,4										
I08054									44,0	107,0		
I08054	50	71,4										
I09046			4,0	35,7								
I09046					75,0	170						
I09047					53,0	164,0						
I09048					6,0	143,0						
I09049					1,1	143,0						
I09050											12,8	14,3
I09050									16,7	107,0		
I09050					51,4	143,0						
I09051											5,0	14,3
I09051	7,0	71,4										
I09051									8,0	107,0		
I09051					65,0	143,0						
I09052											12,0	14,3
I09052									14,0	107,0		
I09052					23,0	143,0						
I09052	43,0	71,4										
I09053									6,0	107,0		
I09053					12,0	143,0						
I09053											21,0	14,3
I09053	57,0	71,4										
I09054					14,0	143,0						
I09054									24,0	107,0		
I09054	62,0	71,4										
I10046							3,0	0				
I10046			7,0	35,7								
I10046					46,0	178,0						
I10047					68,0	168,0						
I10048					12,0	177,0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N denit.	% di conifere	N denit.	% di foresta decidua	N denit.	% di foresta med.	N denit.	% di prateria	N denit.	% di tundra	N denit.
I10049					1,0	143,0						
I10050					12,0	143,0						
I10051									1,0	107,0		
I10051					11,0	143,0						
I10052									2,0	107,0		
I10052					40	143,0						
I10053									3,0	107,0		
I10053											7,0	14,3
I10053	19,0	71,4										
I10053					62,0	143,0						
I10054									2,0	107,0		
I10054											14,0	14,3
I10054	26,0	71,4										
I10054					54,0	143,0						
I10055	100	71,4										
I11046	1,0	71,4										
I11046							10	0				
I11046					38,0	178,0						
I11047					72,0	164,0						
I11048			21,0	35,7								
I11049			2,0	35,7								
I11050			4,0	35,7								
I11052					3,2	143,0						
I11053					9,0	143,0						
I11054									1,0	107,0		
I11054											7,0	14,3
I11054	19,0	71,4										
I11054					46,0	143,0						
I11055										107,0	9,0	14,3
I11055	34,0	71,4										
I11055					48,0	143,0						
I12044							18,0	0				
I12045							34,0	0				
I12046							8,0	0				
I12046					21,0	179,0						
I12047					47,0	177,0						
I12048			57,0	35,7								
I12050							1,1	0				
I12051							7,0	0				
I12053									2,6	107,0		
I12053					22,5	143,0						
I12054									5,0	107,0		
I12054					46,0	143,0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N denit.	% di conifere	N denit.	% di foresta decidua	N denit.	% di foresta medit.	N denit.	% di prateria	N denit.	% di tundra	N denit.
I13037							100	0				
I13038									35,0	143,0		
I13038							64,0	0				
I13039							100	0				
I13043							50	0				
I13044					8,0	179,0						
I13044							41,0	0				
I13045					13,0	179,0						
I13045							43,0	0				
I13046							8,0	0				
I13046					41,0	179,0						
I13047							1,0	0				
I13047					43,0	178,0						
I13048			72,0	35,7								
I13049			5,0	35,7								
I13050			40	35,7								
I13053									26,0	107,0		
I13053					42,0	143,0						
I13054					35,0	143,0						
I13054									60	107,0		
I14037									32,0	143,0		
I14037							57,0	0				
I14038					3,0	179,0						
I14038							21,0	0				
I14038									65,0	143,0		
I14039					1,0	179,0						
I14039							25,0	0				
I14039									64,0	143,0		
I14040					4,0	179,0						
I14040							35,0	0				
I14040									53,0	143,0		
I14043							100	0				
I14044							24,0	0				
I14045					15,0	179,0						
I14045							19,0	0				
I14046							2,0	0				
I14046					38,0	178,0						
I14047					37,0	179,0						
I14048					56,0	179,0						
I14049					30,3	179,0						
I15036							15,2	0				
I15036									42,7	143,0		
I15037					1,0	179,0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N denit.	% di conifere	N denit.	% di foresta decidua	N denit.	% di foresta medit.	N denit.	% di prateria	N denit.	% di tundra	N denit.
I15037							10,2	7,1				
I15037									54,3	143,0		
I15038					1,0	179,0						
I15038							27,0	1,4				
I15038									58,0	143,0		
I15039									36,0	143,0		
I15039							55,0	0,7				
I15040							37,0	0				
I15040									48,0	143,0		
I15044							37,0	0				
I15045									1,0	143,0		
I15045					14,0	179,0	14,0	0				
I15046					36,5	178,0						
I15047							2,3	0				
I15047					33,0	179,0						
I15048							1,0	0				
I15048					48,0	176,0						
I15049					16,0	179,0						
I16035					2,0	179,0						
I16035									36,0	143,0		
I16035							43,0	0				
I16036					2,0	179,0						
I16036							22,0	17,9				
I16036									25,0	143,0		
I16037					5,0	179,0						
I16037							20	0				
I16037									63,0	143,0		
I16038					1,0	179,0						
I16038									25,0	143,0		
I16038							51,0	9,3				
I16039					2,0	179,0						
I16039							23,0	0,7				
I16039									54,0	143,0		
I16040									37,0	143,0		
I16040							63,0	0				
I16045							6,0	0				
I16045									10	143,0		
I16045					28,0	179,0						
I16046							8,2	0				
I16046					16,4	179,0						
I16047							8,0	0				
I16047					33,0	178,0						
I16048											1,0	7,1

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N denit.	% di conifere	N denit.	% di foresta decidua	N denit.	% di foresta medit.	N denit.	% di prateria	N denit.	% di tundra	N denit.
I16048							2,0	0				
I16048					70	177,0						
I16049					10	179,0						
I16050							15,0	0				
I17035							25,0	7,1				
I17035									50	143,0		
I17036					3,2	179,0						
I17036									23,1	143,0		
I17036							24,2	7,1				
I17037					6,0	179,0						
I17037							28,0	10,7				
I17037									53,0	143,0		
I17038									28,0	143,0		
I17038							41,0	0				
I17045					6,4	179,0	6,4	0				
I17046							7,0	0				
I17046					12,0	178,0						
I17047									1,0	143,0		
I17047											2,0	7,1
I17047							5,0	0				
I17047					62,0	161,0						
I17048											4,0	7,1
I17048					54,0	161,0						
I17049					6,0	179,0						
I18036									39,0	143,0		
I18036							57,0	0				
I18037					1,0	179,0						
I18037							20	0				
I18037									31,0	143,0		
I18045									3,0	143,0		
I18045					7,0	179,0						
I18045							13,0	0				
I18046									1,0	143,0	1,0	7,1
I18046							2,0	0				
I18046					31,0	155,0						
I18047											6,0	7,1
I18047					30	161,0						
I18048							1,0	0				
I18048											5,0	7,1
I18048					12,0	143,0						
I18049					5,0	179,0						
I19044							100	0				
I19045					5,0	179,0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N denit.	% di conifere	N denit.	% di foresta decidua	N denit.	% di foresta medit.	N denit.	% di prateria	N denit.	% di tundra	N denit.
I19045									7,0	143,0		
I19045							13,0	0				
I19046											1,0	7,1
I19046									6,0	143,0		
I19046							11,0	0				
I19046					19,0	146,0						
I19047							1,0	0				
I19047											7,0	7,1
I19047					36,0	150						
I19048	1,0	71,4						0				
I19048											4,0	7,1
I19048					19,0	154,0						
I19049					2,0	179,0						
I19049							8,0	0				
I20044							100	0				
I20045									3,0	143,0		
I20045							28,0	0				
I20046									10	143,0		
I20046					12,0	179,0						
I20046							13,0	0				
I20047											3,0	7,1
I20047							4,0	0				
I20047					33,0	176,0						
I20048					23,0	179,0						
I21045					6,0	179,0						
I21045							30	0				
I21046							2,0	0				
I21046					4,0	179,0						
I21047											1,0	7,1
I21047					31,0	166,0						
I21048					15,0	179,0						
I21049					2,2	143,0			2,2	143,0		
I21049							3,3	0				
I21050							56,2	0				
I22045							100	0				
I22046							4,0	0				
I22046					27,0	179,0						
I22047					19,0	177,0						
I22048					7,0	179,0						
I22049			1,0	35,7			1,0	0				
I22049					3,0	179,0						
I22049									17,0	143,0		
I22050			11,9	35,7								

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N denit.	% di conifere	N denit.	% di foresta decidua	N denit.	% di foresta medit.	N denit.	% di prateria	N denit.	% di tundra	N denit.
I22050					14,1	143,0						
I22050									18,4	143,0		
I22050							19,5	0				
I23046							8,0	0				
I23046					13,0	179,0						
I23047					32,0	161,0						
I23048					16,0	177,0						
I23049					1,0	179,0						
I24038							1,0	0				
I24038									10	143,0		
I24039							1,0	0				
I24039									44,0	143,0		
I24041									18,0	143,0		
I24046					12,0	168,0						
I24046							32,0	0				
I24047							2,0	0				
I24047					28,0	161,0						
I24048					19,0	178,0						
I24049	71,4				4,0	179,0						
I25038					2,0	179,0						
I25038									4,0	143,0		
I25039									10	143,0		
I25040									28,0	143,0		
I25046									14,0	143,0		
I25046					16,0	161,0						
I25046							20	0				
I25047							4,0	0				
I25047									8,0	143,0		
I25047					35,0	161,0						
I25048							4,0	0				
I25048					17,0	177,0						
I25048	19,0	71,4										
I25049		71,4			1,0	179,0						
I25049							7,0	0				
I25050	1,0	71,4				179,0						
I25050							8,0	0				
I26035									6,0	143,0		
I26035							21,0	0				
I26038									5,0	143,0		
I26039						179,0			3,0	143,0		
I26040							2,0	7,1				
I26040					3,0	179,0						
I26040									8,0	143,0		

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N denit.	% di conifere	N denit.	% di foresta decidua	N denit.	% di foresta medit.	N denit.	% di prateria	N denit.	% di tundra	N denit.
I26041							12,0	0				
I26041					21,0	179,0						
I26042									71,0	143,0		
I26043									100	143,0		
I26046									8,0	143,0		
I26046					51,0	168,0						
I26047							1,0	0				
I26047									5,0	143,0		
I26047					32,0	177,0						
I26048							3,0	0				
I26048					8,0	179,0						
I26048									15,0	143,0		
I26049					1,0	179,0						
I26049							17,0	0				
I26050							7,0	0				
I27038									5,0	143,0		
I27039					3,0	179,0						
I27039									6,0	143,0		
I27040							2,0	0				
I27040									4,0	143,0		
I27040					7,0	177,0						
I27041									1,0	143,0		
I27041							11,0	0				
I27041					21,0	161,0						
I27042					1,0	179,0						
I27042							8,0	0				
I27042									15,0	143,0		
I27043									46,0	143,0		
I27044									50	143,0		
I27045							19,0	0				
I27046									5,0	143,0		
I27046			8,0	35,7								
I27046					40	168,0						
I27047							3,0	0	3,0	143,0		
I27047			21,0	35,7								
I27047					25,0	178,0						
I28039									6,0	143,0		
I28040					1,0	179,0						
I28040									3,0	143,0		
I28041			1,0	35,7								
I28041									5,0	143,0		
I28041					12,0	171,0						
I28042			1,0	35,7								

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N denit.	% di conifere	N denit.	% di foresta decidua	N denit.	% di foresta medit.	N denit.	% di prateria	N denit.	% di tundra	N denit.
I28042							2,0	0				
I28042									7,0	143,0		
I28042					17,0	178,0						
I28043					4,0	179,0						
I28043							7,0	0				
I28043									8,0	143,0		
I28044					5,0	179,0						
I28044							8,0	0				
I28045					24,0	178,0						
I28046									1,0	143,0		
I28046			5,0	35,7								
I28046					38,0	175,0						
I28047							4,0	0				
I28047			7,0	35,7								
I28047					21,0	179,0						
I28050							2,0	0				
I28051							4,0	0				
I29034									54,0	143,0		
I29035									54,0	143,0		
I29039							2,0	0				
I29040							1,0	0				
I29040					6,0	179,0						
I29040									9,0	143,0		
I29041						179,0			4,0	143,0		
I29042					5,0	179,0						
I29043			3,0	35,7								
I29043									5,0	143,0		
I29043					13,0	179,0						
I29043							33,0	0				
I29044			5,0	35,7								
I29044							7,0	0				
I29044					42,0	171,0						
I29045							24,0	0				
I29045					36,0	161,0						
I29047					15,0	179,0						
I30040					7,0	179,0			7,0	143,0		

2.15 Quantità di azoto rilasciato all'atmosfera attraverso i processi di volatilizzazione

Risoluzione 50x50 km²

Le quantità di azoto che vengono rilasciate all'atmosfera attraverso il fenomeno della volatilizzazione dell'ammoniaca per ogni ecosistema presente all'interno della singola cella EMEP 50x50 sono riportate in tabella 2.15.1.

Le quantità di azoto che vengono rilasciate all'atmosfera attraverso il fenomeno della volatilizzazione dell'ammoniaca, espresse come kg N ha⁻¹ anno⁻¹, sono state considerate nulle per tutti gli ecosistemi previsti dalla metodologia di stima del carico critico di azoto nutriente, tranne che per l'ecosistema che risponde al nome di "conifere temperate", per il quale viene assegnato il valore di 0,25 kg N ha⁻¹ anno⁻¹.

Tabella 2.15.1: Quantità di azoto rilasciato all'atmosfera attraverso il processo di volatilizzazione (eq.ha⁻¹.yr⁻¹)

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N volatil	% di conifere	N volatil	% di foresta decidua	N volatil	% di foresta medit.	N volatil	% di prateria	N volatil	% di tundra	N volatil
I04044									3,0	0		
I04044	39,0	0										
I04044											58,0	0,0
I04045											4,0	0,0
I04045									21,0	0		
I04046	6,0											0,0
I04046									21,0	0		
I04046	41,0	0										
I04047											2,0	0,0
I04047									18,0	0		
I04047	38,0	0										
I04048									20	0		
I05043											10	0,0
I05044					13,0	0						
I05044									16,0	0		
I05044	24,0	0										
I05044											33,0	0,0
I05045											5,0	0,0
I05045	10	0										
I05045									25,0	0		
I05045					47,0	0						
I05046											3,0	0,0
I05046	13,0	0										
I05046									24,0	0		
I05046					32,0	0						
I05047											2,0	0,0
I05047	18,0	0										
I05047					34,0	0			34,0	0		
I05048											3,0	0,0
I05048	19,3	0										

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N volatil	% di conifere	N volatil	% di foresta decidua	N volatil	% di foresta medit.	N volatil	% di prateria	N volatil	% di tundra	N volatil
I05048									32,5	0		
I05048					38,6	0						
I05049									6,0	0		
I05049	17,0	0										
I05049											32,0	0,0
I06043	7,0	0										
I06043					19,0	0						
I06043											21,0	0,0
I06043									38,0	0		
I06044	10	0										
I06044											12,0	0,0
I06044									15,0	0		
I06044					29,0	0						
I06045					8,0	0						
I06046					16,0	0						
I06047					31,3	0						
I06048											1,3	0,0
I06048					61,2	0						
I06049											4,7	0,0
I06049	8,3	0										
I06049									23,7	0		
I06049					37,9	0						
I06050											2,0	0,0
I06050					7,0	0						
I06050	18,0	0										
I06050									34,0	0		
I06051									12,0	0		
I07043	1,0	0										
I07043							2,0	17,9				
I07043											8,0	0,0
I07043									23,0	0		
I07043					32,0	0						
I07044											6,0	0,0
I07044									8,0	0		
I07044					45,0	0						
I07045					22,0	0						
I07046					5,0	0						
I07047	1,0	0										
I07047					3,0	0						
I07048					3,0	0						
I07049	8,2	0										
I07049									13,3	0		
I07049											17,4	0,0

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N volatil	% di conifere	N volatil	% di foresta decidua	N volatil	% di foresta med.	N volatil	% di prateria	N volatil	% di tundra	N volatil
I07049					26,6	0						
I07050											4,0	0,0
I07050					14,0	0						
I07050	26,0	0										
I07050									28,0	0		
I07051											5,0	0,0
I07051	26,0	0										
I07051									30	0		
I07052									43,0	0		
I07052	47,0	0										
I07053									37,0	0		
I07053	49,0	0										
I08043			4,0	17,9								
I08043							6,0	17,9				
I08043					41,0	0						
I08044											1,0	0,0
I08044			5,0	17,9								
I08044							6,0	17,9				
I08044					58,0	0						
I08045							3,0	17,9				
I08045			6,0	17,9								
I08045					60	0						
I08046					55,0	0						
I08047					17,0	0						
I08048					2,0	0						
I08049	2,1	0										
I08049									3,2	0		
I08049											4,3	0,0
I08049					28,7	0						
I08050											12,0	0,0
I08050	14,0	0										
I08050									18,0	0		
I08050					39,0	0						
I08051											3,0	0,0
I08051									18,0	0		
I08051					22,0	0						
I08051	39,0	0										
I08052											1,0	0,0
I08052									10	0		
I08052					15,0	0						
I08052	61,0	0										
I08053											7,0	0,0
I08053									17,0	0		

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N volatil	% di conifere	N volatil	% di foresta decidua	N volatil	% di foresta medit.	N volatil	% di prateria	N volatil	% di tundra	N volatil
I08053	74,0	0										
I08054									44,0	0		
I08054	50	0										
I09046			4,0	17,9								
I09046					75,0	0						
I09047					53,0	0						
I09048					6,0	0						
I09049					1,1	0						
I09050											12,8	0,0
I09050									16,7	0		
I09050					51,4	0						
I09051											5,0	0,0
I09051	7,0	0										
I09051									8,0	0		
I09051					65,0	0						
I09052											12,0	0,0
I09052									14,0	0		
I09052					23,0	0						
I09052	43,0	0										
I09053									6,0	0		
I09053					12,0	0						
I09053											21,0	0,0
I09053	57,0	0										
I09054					14,0	0						
I09054									24,0	0		
I09054	62,0	0										
I10046							3,0	17,9				
I10046			7,0	17,9								
I10046					46,0	0						
I10047					68,0	0						
I10048					12,0	0						
I10049					1,0	0						
I10050					12,0	0						
I10051									1,0	0		
I10051					11,0	0						
I10052									2,0	0		
I10052					40	0						
I10053									3,0	0		
I10053											7,0	0,0
I10053	19,0	0										
I10053					62,0	0						
I10054									2,0	0		
I10054											14,0	0,0

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N volatil	% di conifere	N volatil	% di foresta decidua	N volatil	% di foresta med.	N volatil	% di prateria	N volatil	% di tundra	N volatil
I10054	26,0	0										
I10054					54,0	0						
I10055	100	0										
I11046	1,0	0										
I11046							10	17,9				
I11046					38,0	0						
I11047					72,0	0						
I11048			21,0	17,9								
I11049			2,0	17,9								
I11050			4,0	17,9								
I11052					3,2	0						
I11053					9,0	0						
I11054									1,0	0		
I11054											7,0	0,0
I11054	19,0	0										
I11054					46,0	0						
I11055									9,0	0		0,0
I11055	34,0	0										
I11055					48,0	0						
I12044							18,0	17,9				
I12045							34,0	17,9				
I12046							8,0	17,9				
I12046					21,0	0						
I12047					47,0	0						
I12048			57,0	17,9								
I12050							1,1	17,9				
I12051							7,0	17,9				
I12053									2,6	0		
I12053					22,5	0						
I12054									5,0	0		
I12054					46,0	0						
I13037							100	17,9				
I13038									35,0	0		
I13038							64,0	17,9				
I13039							100	17,9				
I13043							50	17,9				
I13044					8,0	0						
I13044							41,0	17,9				
I13045					13,0	0						
I13045							43,0	17,9				
I13046							8,0	17,9				
I13046					41,0	0						
I13047							1,0	17,9				

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N volatil	% di conifere	N volatil	% di foresta decidua	N volatil	% di foresta medit.	N volatil	% di prateria	N volatil	% di tundra	N volatil
I13047					43,0	0						
I13048			72,0	17,9								
I13049			5,0	17,9								
I13050			40	17,9								
I13053									26,0	0		
I13053					42,0	0						
I13054					35,0	0						
I13054									60	0		
I14037									32,0	0		
I14037							57,0	17,9				
I14038					3,0	0						
I14038							21,0	17,9				
I14038									65,0	0		
I14039					1,0	0						
I14039							25,0	17,9				
I14039									64,0	0		
I14040					4,0	0						
I14040							35,0	17,9				
I14040									53,0	0		
I14043							100	17,9				
I14044							24,0	17,9				
I14045					15,0	0						
I14045							19,0	17,9				
I14046							2,0	17,9				
I14046					38,0	0						
I14047					37,0	0						
I14048					56,0	0						
I14049					30,3	0						
I15036							15,2	17,9				
I15036									42,7	0		
I15037					1,0	0						
I15037							10,2	17,9				
I15037									54,3	0		
I15038					1,0	0						
I15038							27,0	17,9				
I15038									58,0	0		
I15039									36,0	0		
I15039							55,0	17,9				
I15040							37,0	17,9				
I15040									48,0	0		
I15044							37,0	17,9				
I15045									1,0	0		
I15045					14,0	0	14,0	17,9				

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N volatil	% di conifere	N volatil	% di foresta decidua	N volatil	% di foresta medit.	N volatil	% di prateria	N volatil	% di tundra	N volatil
I15046					36,5	0						
I15047							2,3	17,9				
I15047					33,0	0						
I15048							1,0	17,9				
I15048					48,0	0						
I15049					16,0	0						
I16035					2,0	0						
I16035									36,0	0		
I16035							43,0	17,9				
I16036					2,0	0						
I16036							22,0	17,9				
I16036									25,0	0		
I16037					5,0	0						
I16037							20	17,9				
I16037									63,0	0		
I16038					1,0	0						
I16038									25,0	0		
I16038							51,0	17,9				
I16039					2,0	0						
I16039							23,0	17,9				
I16039									54,0	0		
I16040									37,0	0		
I16040							63,0	17,9				
I16045							6,0	17,9				
I16045									10	0		
I16045					28,0	0						
I16046							8,2	17,9				
I16046					16,4	0						
I16047							8,0	17,9				
I16047					33,0	0						
I16048											1,0	0,0
I16048							2,0	17,9				
I16048					70	0						
I16049					10	0						
I16050							15,0	17,9				
I17035							25,0	17,9				
I17035									50	0		
I17036					3,2	0						
I17036									23,1	0		
I17036							24,2	17,9				
I17037					6,0	0						
I17037							28,0	17,9				
I17037									53,0	0		

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N volatil	% di conifere	N volatil	% di foresta decidua	N volatil	% di foresta medit.	N volatil	% di prateria	N volatil	% di tundra	N volatil
I17038									28,0	0		
I17038							41,0	17,9				
I17045					6,4	0	6,4	17,9				
I17046							7,0	17,9				
I17046					12,0	0						
I17047									1,0	0		
I17047											2,0	0,0
I17047							5,0	17,9				
I17047					62,0	0						
I17048											4,0	0,0
I17048					54,0	0						
I17049					6,0	0						
I18036									39,0	0		
I18036							57,0	17,9				
I18037					1,0	0						
I18037							20	17,9				
I18037									31,0	0		
I18045									3,0	0		
I18045					7,0	0						
I18045							13,0	17,9				
I18046									1,0	0	1,0	0,0
I18046							2,0	17,9				
I18046					31,0	0						
I18047											6,0	0,0
I18047					30	0						
I18048							1,0	17,9				
I18048											5,0	0,0
I18048					12,0	0						
I18049					5,0	0						
I19044							100	17,9				
I19045					5,0	0						
I19045									7,0	0		
I19045							13,0	17,9				
I19046											1,0	0,0
I19046									6,0	0		
I19046							11,0	17,9				
I19046					19,0	0						
I19047							1,0	17,9				
I19047											7,0	0,0
I19047					36,0	0						
I19048	1,0	0					1,0	17,9				
I19048											4,0	0,0
I19048					19,0	0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N volatil	% di conifere	N volatil	% di foresta decidua	N volatil	% di foresta medit.	N volatil	% di prateria	N volatil	% di tundra	N volatil
I19049					2,0	0						
I19049							8,0	17,9				
I20044							100	17,9				
I20045									3,0	0		
I20045							28,0	17,9				
I20046									10	0		
I20046					12,0	0						
I20046							13,0	17,9				
I20047											3,0	0,0
I20047							4,0	17,9				
I20047					33,0	0						
I20048					23,0	0						
I21045					6,0	0						
I21045							30	17,9				
I21046							2,0	17,9				
I21046					4,0	0						
I21047											1,0	0,0
I21047					31,0	0						
I21048					15,0	0						
I21049					2,2	0			2,2	0		
I21049							3,3	17,9				
I21050							56,2	17,9				
I22045							100	17,9				
I22046							4,0	17,9				
I22046					27,0	0						
I22047					19,0	0						
I22048					7,0	0						
I22049			1,0	17,9			1,0	17,9				
I22049					3,0	0						
I22049									17,0	0		
I22050			11,9	17,9								
I22050					14,1	0						
I22050									18,4	0		
I22050							19,5	17,9				
I23046							8,0	17,9				
I23046					13,0	0						
I23047					32,0	0						
I23048					16,0	0						
I23049					1,0	0						
I24038							1,0	17,9				
I24038									10	0		
I24039							1,0	17,9				
I24039									44,0	0		

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N volatil	% di conifere	N volatil	% di foresta decidua	N volatil	% di foresta medit.	N volatil	% di prateria	N volatil	% di tundra	N volatil
I24041									18,0	0		
I24046					12,0	0						
I24046							32,0	17,9				
I24047							2,0	17,9				
I24047					28,0	0						
I24048					19,0	0						
I24049	4,0	0			4,0	0						
I25038					2,0	0						
I25038									4,0	0		
I25039									10	0		
I25040									28,0	0		
I25046									14,0	0		
I25046					16,0	0						
I25046							20	17,9				
I25047							4,0	17,9				
I25047									8,0	0		
I25047					35,0	0						
I25048							4,0	17,9				
I25048					17,0	0						
I25048	19,0	0										
I25049	1,0	0			1,0	0						
I25049							7,0	17,9				
I25050	1,0	0			1,0	0						
I25050							8,0	17,9				
I26035									6,0	0		
I26035							21,0	17,9				
I26038									5,0	0		
I26039					3,0	0			3,0	0		
I26040							2,0	17,9				
I26040					3,0	0						
I26040									8,0	0		
I26041							12,0	17,9				
I26041					21,0	0						
I26042									71,0	0		
I26043									100	0		
I26046									8,0	0		
I26046					51,0	0						
I26047							1,0	17,9				
I26047									5,0	0		
I26047					32,0	0						
I26048							3,0	17,9				
I26048					8,0	0						
I26048									15,0	0		

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N volatil	% di conifere	N volatil	% di foresta decidua	N volatil	% di foresta medit.	N volatil	% di prateria	N volatil	% di tundra	N volatil
I26049					1,0	0						
I26049							17,0	17,9				
I26050							7,0	17,9				
I27038									5,0	0		
I27039					3,0	0						
I27039									6,0	0		
I27040							2,0	17,9				
I27040									4,0	0		
I27040					7,0	0						
I27041									1,0	0		
I27041							11,0	17,9				
I27041					21,0	0						
I27042					1,0	0						
I27042							8,0	17,9				
I27042									15,0	0		
I27043									46,0	0		
I27044									50	0		
I27045							19,0	17,9				
I27046									5,0	0		
I27046			8,0	17,9								
I27046					40	0						
I27047							3,0	17,9	3,0	0		
I27047			21,0	17,9								
I27047					25,0	0						
I28039									6,0	0		
I28040					1,0	0						
I28040									3,0	0		
I28041			1,0	17,9								
I28041									5,0	0		
I28041					12,0	0						
I28042			1,0	17,9								
I28042							2,0	17,9				
I28042									7,0	0		
I28042					17,0	0						
I28043					4,0	0						
I28043							7,0	17,9				
I28043									8,0	0		
I28044					5,0	0						
I28044							8,0	17,9				
I28045					24,0	0						
I28046									1,0	0		
I28046			5,0	17,9								
I28046					38,0	0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N volatil	% di conifere	N volatil	% di foresta decidua	N volatil	% di foresta medit.	N volatil	% di prateria	N volatil	% di tundra	N volatil
I28047							4,0	17,9				
I28047			7,0	17,9								
I28047					21,0	0						
I28050							2,0	17,9				
I28051							4,0	17,9				
I29034									54,0	0		
I29035									54,0	0		
I29039							2,0	17,9				
I29040							1,0	17,9				
I29040					6,0	0						
I29040									9,0	0		
I29041					4,0	0			4,0	0		
I29042					5,0	0						
I29043			3,0	17,9								
I29043									5,0	0		
I29043					13,0	0						
I29043							33,0	17,9				
I29044			5,0	17,9								
I29044							7,0	17,9				
I29044					42,0	0						
I29045							24,0	17,9				
I29045					36,0	0						
I29047					15,0	0						
I30040					7,0	0			7,0	0		

2.16 Quantità di azoto percolato dalla zona radicale

Risoluzione 50x50 km²

La quantità di azoto percolato (indicato anche con il termine leaching), sotto forma di azoto organico (N) e di azoto inorganico (NO_3^- e NH_4^+), dalla zona radicale, indica la quantità di azoto che viene sottratto al terreno nelle vicinanze delle radici dal fenomeno del “percolamento”. Il fenomeno del percolamento è collegato al surplus di acqua nella zona radicale: più basso è il surplus d’acqua e minore sarà l’azoto percolato, viceversa più alto è il surplus d’acqua e maggiore sarà l’azoto percolato.

Il surplus d’acqua è stato calcolato a partire dall’ammontare annuo delle precipitazioni, a cui sono stati sottratti l’evapotraspirazione reale (che è funzione della temperatura, delle precipitazioni e della copertura del suolo) e il deflusso superficiale (che è funzione della temperatura).

Una volta calcolato, per ogni maglia e per ogni diverso uso del suolo, il surplus d’acqua, i valori di azoto percolato sono stati attribuiti, ad ogni ecosistema previsto dalla metodologia di stima del carico critico di azoto nutriente secondo quanto riportato nella tabella 2.16.1.

Tabella 2.16.1: Valori di azoto percolato dalla zona radicale (in kg N ha⁻¹ anno⁻¹)

Surplus d'acqua (in mm)	Ecosistemi						
	Tundra	Foresta boreale	Conifere temperate	Decidue temperate	Foresta mediterranea	Pascoli acidi	Altro (*)
(0 - 300]	0,1	2	1	1	0,5	1	9999
(300 - 600]	0,75	2,5	1,75	1,75	0,625	1,5	9999
(600 - 900]	1,5	3	2,5	2,5	0,75	2	9999
(900 - 1.200]	2,25	3,5	3,25	3,25	0,875	2,5	9999
> 1.200	3	4	4	4	1	3	9999
Fonte: Vetrella G. (1998)							
(*) Il valore 9999 indica che l'ecosistema "Altro" è ritenuto non sensibile all'eutrofizzazione.							

La quantità di azoto percolato dalla zona radicale per ogni ecosistema presente all'interno della singola cella EMEP 50x50 è riportata nella tabella 2.16.2.

Tabella 2.16.2: Quantità di azoto percolato dalla zona radicale (eq.ha⁻¹.yr⁻¹)

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N leach.	% di conifere	N leach.	% di foresta decidua	N leach.	% di foresta medit.	N leach.	% di prateria	N leach.	% di tundra	N leach.
I04044									3,0	71,0		
I04044	39,0	142,9										
I04044											58,0	7,1
I04045											4,0	7,1
I04045									21,0	71,0		
I04046											6,0	7,1
I04046									21,0	71,0		
I04046	41,0	142,9										
I04047											2,0	53,6
I04047									18,0	71,0		
I04047	38,0	142,9										
I04048									20	143,0		
I05043											10	7,1
I05044					13,0	71,0						
I05044									16,0	71,0		
I05044	24,0	142,9										
I05044											33,0	7,1
I05045											5,0	7,1
I05045	10	142,9										
I05045									25,0	71,0		
I05045					47,0	71,0						
I05046											3,0	7,1
I05046	13,0	142,9										
I05046									24,0	107,0		
I05046					32,0	71,0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N leach.	% di conifere	N leach.	% di foresta decidua	N leach.	% di foresta medit.	N leach.	% di prateria	N leach.	% di tundra	N leach.
I05047											2,0	7,1
I05047	18,0	142,9										
I05047					34,0	125,0				107,0		
I05048											3,0	7,1
I05048	19,3	178,6										
I05048									32,5	143,0		
I05048					38,6	179,0						
I05049									6,0	179,0		
I05049	17,0	214,3										
I05049											32,0	107,1
I06043	7,0	142,9										
I06043					19,0	71,0						
I06043											21,0	7,1
I06043									38,0	71,0		
I06044	10	142,9										
I06044											12,0	7,1
I06044									15,0	71,0		
I06044					29,0	71,0						
I06045					8,0	71,0						
I06046					16,0	71,0						
I06047					31,3	71,0						
I06048											1,3	107,1
I06048					61,2	125,0						
I06049											4,7	53,6
I06049	8,3	178,6										
I06049									23,7	107,0		
I06049					37,9	125,0						
I06050											2,0	53,6
I06050					7,0	71,0						
I06050	18,0	178,6										
I06050									34,0	107,0		
I06051									12,0	107,0		
I07043	1,0	142,9										
I07043							2,0	35,7				
I07043											8,0	7,1
I07043									23,0	71,0		
I07043					32,0	71,0						
I07044											6,0	7,1
I07044									8,0	71,0		
I07044					45,0	71,0						
I07045					22,0	71,0						
I07046					5,0	71,0						
I07047	1,0	142,9										

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N leach.	% di conifere	N leach.	% di foresta decidua	N leach.	% di foresta medit.	N leach.	% di prateria	N leach.	% di tundra	N leach.
I07047					3,0	71,0						
I07048					3,0	71,0						
I07049	8,2	214,3										
I07049									13,3	107,0		
I07049											17,4	53,6
I07049					26,6	71,0						
I07050											4,0	53,6
I07050					14,0	71,0						
I07050	26,0	142,9										
I07050									28,0	71,0		
I07051											5,0	7,1
I07051	26,0	142,9										
I07051									30	71,0		
I07052									43,0	71,0		
I07052	47,0	142,9										
I07053									37,0	71,0		
I07053	49,0	142,9										
I08043			4,0	71,4								
I08043							6,0	35,7				
I08043					41,0	71,0						
I08044											1,0	7,1
I08044			5,0	71,4								
I08044							6,0	35,7				
I08044					58,0	71,0						
I08045							3,0	35,7				
I08045			6,0	71,4								
I08045					60	71,0						
I08046					55,0	71,0						
I08047					17,0	71,0						
I08048					2,0	71,0						
I08049	2,1	142,9										
I08049									3,2	71,0		
I08049											4,3	7,1
I08049					28,7	71,0						
I08050											12,0	7,1
I08050	14,0	178,6										
I08050									18,0	107,0		
I08050					39,0	71,0						
I08051											3,0	7,1
I08051									18,0	71,0		
I08051					22,0	71,0						
I08051	39,0	142,9										
I08052											1,0	7,1

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N leach.	% di conifere	N leach.	% di foresta decidua	N leach.	% di foresta medit.	N leach.	% di prateria	N leach.	% di tundra	N leach.
I08052									10	71,0		
I08052					15,0	71,0						
I08052	61,0	142,9										
I08053											7,0	7,1
I08053									17,0	71,0		
I08053	74,0	142,9										
I08054									44,0	71,0		
I08054	50	142,9										
I09046			4,0	71,4								
I09046					75,0	125,0						
I09047					53,0	71,0						
I09048					6,0	71,0						
I09049					1,1	71,0						
I09050											12,8	7,1
I09050									16,7	71,0		
I09050					51,4	71,0						
I09051											5,0	7,1
I09051	7,0	142,9										
I09051									8,0	71,0		
I09051					65,0	71,0						
I09052											12,0	7,1
I09052									14,0	107,0		
I09052					23,0	71,0						
I09052	43,0	142,9										
I09053									6,0	71,0		
I09053					12,0	71,0						
I09053											21,0	7,1
I09053	57,0	142,9										
I09054					14,0	71,0						
I09054									24,0	71,0		
I09054	62,0	142,9										
I10046							3,0	35,7				
I10046			7,0	71,4								
I10046					46,0	71,0						
I10047					68,0	71,0						
I10048					12,0	71,0						
I10049					1,0	71,0						
I10050					12,0	71,0						
I10051									1,0	71,0		
I10051					11,0	71,0						
I10052									2,0	107,0		
I10052					40	71,0						
I10053									3,0	107,0		

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N leach.	% di conifere	N leach.	% di foresta decidua	N leach.	% di foresta med.	N leach.	% di prateria	N leach.	% di tundra	N leach.
I10053											7,0	53,6
I10053	19,0	178,6										
I10053					62,0	125,0						
I10054									2,0	107,0		
I10054											14,0	53,6
I10054	26,0	214,3										
I10054					54,0	125,0						
I10055	100	178,6										
I11046	1,0	285,7										
I11046							10	35,7				
I11046					38,0	71,0						
I11047					72,0	125,0						
I11048			21,0	71,4								
I11049			2,0	71,4								
I11050			4,0	71,4								
I11052					3,2	71,0						
I11053					9,0	71,0						
I11054									1,0	107,0		
I11054											7,0	107,1
I11054	19,0	250										
I11054					46,0	179,0						
I11055									1,0	107,0	7,0	107,0
I11055	34,0	214,3										
I11055					48,0	125,0						
I12044							18,0	35,7				
I12045							34,0	35,7				
I12046							8,0	35,7				
I12046					21,0	71,0						
I12047					47,0	125,0						
I12048			57,0	178,6								
I12050							1,1	35,7				
I12051							7,0	35,7				
I12053									2,6	71,0		
I12053					22,5	71,0						
I12054									5,0	71,0		
I12054					46,0	71,0						
I13037							100	35,7				
I13038									35,0	71,0		
I13038							64,0	35,7				
I13039							100	35,7				
I13043							50	35,7				
I13044					8,0	71,0						
I13044							41,0	35,7				

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N leach.	% di conifere	N leach.	% di foresta decidua	N leach.	% di foresta medit.	N leach.	% di prateria	N leach.	% di tundra	N leach.
I13045					13,0	71,0						
I13045							43,0	35,7				
I13046							8,0	35,7				
I13046					41,0	71,0						
I13047							1,0	35,7				
I13047					43,0	71,0						
I13048			72,0	125,0								
I13049			5,0	71,4								
I13050			40	71,4								
I13053									26,0	71,0		
I13053					42,0	71,0						
I13054					35,0	71,0						
I13054									60	71,0		
I14037									32,0	71,0		
I14037							57,0	35,7				
I14038					3,0	71,0						
I14038							21,0	35,7				
I14038									65,0	71,0		
I14039					1,0	71,0						
I14039							25,0	35,7				
I14039									64,0	71,0		
I14040					4,0	71,0						
I14040							35,0	35,7				
I14040									53,0	71,0		
I14043							100	35,7				
I14044							24,0	35,7				
I14045					15,0	71,0						
I14045							19,0	35,7				
I14046							2,0	35,7				
I14046					38,0	71,0						
I14047					37,0	71,0						
I14048					56,0	71,0						
I14049					30,3	71,0						
I15036							15,2	35,7				
I15036									42,7	71,0		
I15037					1,0	71,0						
I15037							10,2	35,7				
I15037									54,3	71,0		
I15038					1,0	71,0						
I15038							27,0	35,7				
I15038									58,0	71,0		
I15039									36,0	71,0		
I15039							55,0	35,7				

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N leach.	% di conifere	N leach.	% di foresta decidua	N leach.	% di foresta medit.	N leach.	% di prateria	N leach.	% di tundra	N leach.
I15040							37,0	35,7				
I15040									48,0	71,0		
I15044							37,0	35,7				
I15045									1,0	71,0		
I15045					14,0	71,0	14,0	35,7				
I15046					36,5	71,0						
I15047							2,3	35,7				
I15047					33,0	71,0						
I15048							1,0	35,7				
I15048					48,0	71,0						
I15049					16,0	71,0						
I16035					2,0	71,0						
I16035									36,0	71,0		
I16035							43,0	35,7				
I16036					2,0	71,0						
I16036							22,0	35,7				
I16036									25,0	71,0		
I16037					5,0	71,0						
I16037							20	35,7				
I16037									63,0	71,0		
I16038					1,0	71,0						
I16038									25,0	71,0		
I16038							51,0	35,7				
I16039					2,0	71,0						
I16039							23,0	35,7				
I16039									54,0	71,0		
I16040									37,0	71,0		
I16040							63,0	35,7				
I16045							6,0	35,7				
I16045									10	71,0		
I16045					28,0	71,0						
I16046							8,2	35,7				
I16046					16,4	71,0						
I16047							8,0	35,7				
I16047					33,0	71,0						
I16048											1,0	7,1
I16048							2,0	35,7				
I16048					70	71,0						
I16049					10	71,0						
I16050							15,0	35,7				
I17035							25,0	35,7				
I17035									50	71,0		
I17036					3,2	71,0						

continua

I DATI DI BASE

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N leach.	% di conifere	N leach.	% di foresta decidua	N leach.	% di foresta medit.	N leach.	% di prateria	N leach.	% di tundra	N leach.
I17036									23,1	71,0		
I17036							24,2	35,7				
I17037					6,0	71,0						
I17037							28,0	35,7				
I17037									53,0	71,0		
I17038									28,0	71,0		
I17038							41,0	35,7				
I17045					6,4	71,0	6,4	35,7				
I17046							7,0	35,7				
I17046					12,0	71,0						
I17047									1,0	71,0		
I17047											2,0	7,1
I17047							5,0	35,7				
I17047					62,0	71,0						
I17048											4,0	7,1
I17048					54,0	71,0						
I17049					6,0	71,0						
I18036									39,0	71,0		
I18036							57,0	35,7				
I18037					1,0	71,0						
I18037							20	35,7				
I18037									31,0	71,0		
I18045									3,0	71,0		
I18045					7,0	71,0						
I18045							13,0	35,7				
I18046										71,0	1,0	7,1
I18046							2,0	35,7				
I18046					31,0	71,0						
I18047											6,0	7,1
I18047					30	71,0						
I18048							1,0	35,7				
I18048											5,0	7,1
I18048					12,0	71,0						
I18049					5,0	71,0						
I19044							100	35,7				
I19045					5,0	71,0						
I19045									7,0	71,0		
I19045							13,0	35,7				
I19046											1,0	53,6
I19046									6,0	71,0		
I19046							11,0	35,7				
I19046					19,0	71,0						
I19047							1,0	35,7				

continua



segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N leach.	% di conifere	N leach.	% di foresta decidua	N leach.	% di foresta med.	N leach.	% di prateria	N leach.	% di tundra	N leach.
I19047											7,0	7,1
I19047					36,0	71,0						
I19048	1,0	142,9						35,7				
I19048											4,0	7,1
I19048					19,0	71,0						
I19049					2,0	71,0						
I19049							8,0	35,7				
I20044							100	35,7				
I20045									3,0	71,0		
I20045							28,0	35,7				
I20046									10	71,0		
I20046					12,0	71,0						
I20046							13,0	35,7				
I20047											3,0	53,6
I20047							4,0	44,6				
I20047					33,0	71,0						
I20048					23,0	71,0						
I21045					6,0	71,0						
I21045							30	35,7				
I21046							2,0	35,7				
I21046					4,0	71,0						
I21047											1,0	107,1
I21047					31,0	71,0						
I21048					15,0	71,0						
I21049					2,2	71,0			2,2	71,0		
I21049							3,3	35,7				
I21050							56,2	35,7				
I22045							100	35,7				
I22046							4,0	35,7				
I22046					27,0	71,0						
I22047					19,0	71,0						
I22048					7,0	71,0						
I22049				71,4			1,0	35,7				
I22049					3,0	71,0						
I22049									17,0	71,0		
I22050			11,9	71,4								
I22050					14,1	71,0						
I22050									18,4	71,0		
I22050							19,5	35,7				
I23046							8,0	35,7				
I23046					13,0	71,0						
I23047					32,0	71,0						
I23048					16,0	71,0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N leach.	% di conifere	N leach.	% di foresta decidua	N leach.	% di foresta medit.	N leach.	% di prateria	N leach.	% di tundra	N leach.
I23049					1,0	71,0						
I24038							1,0	35,7				
I24038									10	71,0		
I24039							1,0	35,7				
I24039									44,0	71,0		
I24041									18,0	71,0		
I24046					12,0	71,0						
I24046							32,0	35,7				
I24047							2,0	35,7				
I24047					28,0	71,0						
I24048					19,0	71,0						
I24049	4,0	142,9				71,0						
I25038					2,0	71,0						
I25038									4,0	71,0		
I25039									10	71,0		
I25040									28,0	71,0		
I25046									14,0	71,0		
I25046					16,0	71,0						
I25046							20	35,7				
I25047							4,0	44,6				
I25047									8,0	71,0		
I25047					35,0	71,0						
I25048							4,0	35,7				
I25048					17,0	71,0						
I25048	19,0	142,9										
I25049	1,0	142,9				71,0						
I25049							7,0	35,7				
I25050	1,0	142,9			1,0	71,0						
I25050							8,0	35,7				
I26035									6,0	71,0		
I26035							21,0	35,7				
I26038									5,0	71,0		
I26039					3,0	71,0				71,0		
I26040							2,0	35,7				
I26040					3,0	71,0						
I26040									8,0	71,0		
I26041							12,0	35,7				
I26041					21,0	71,0						
I26042									71,0	71,0		
I26043									100	71,0		
I26046									8,0	71,0		
I26046					51,0	71,0						
I26047							1,0	35,7				

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N leach.	% di conifere	N leach.	% di foresta decidua	N leach.	% di foresta med.	N leach.	% di prateria	N leach.	% di tundra	N leach.
I26047									5,0	71,0		
I26047					32,0	71,0						
I26048							3,0	35,7				
I26048					8,0	71,0						
I26048									15,0	71,0		
I26049					1,0	71,0						
I26049							17,0	35,7				
I26050							7,0	35,7				
I27038									5,0	71,0		
I27039					3,0	71,0						
I27039									6,0	71,0		
I27040							2,0	35,7				
I27040									4,0	71,0		
I27040					7,0	71,0						
I27041									1,0	71,0		
I27041							11,0	35,7				
I27041					21,0	71,0						
I27042					1,0	71,0						
I27042							8,0	35,7				
I27042									15,0	71,0		
I27043									46,0	71,0		
I27044									50	71,0		
I27045							19,0	35,7				
I27046									5,0	107,0		
I27046			8,0	125,0								
I27046					40	71,0						
I27047							3,0	35,7	3,0	71,0		
I27047			21,0	71,4								
I27047					25,0	71,0						
I28039									6,0	71,0		
I28040					1,0	71,0						
I28040									3,0	71,0		
I28041			1,0	71,4								
I28041									5,0	71,0		
I28041					12,0	71,0						
I28042			1,0	125,0								
I28042							2,0	35,7				
I28042									7,0	71,0		
I28042					17,0	71,0						
I28043					4,0	71,0						
I28043							7,0	35,7				
I28043									8,0	71,0		
I28044					5,0	71,0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N leach.	% di conifere	N leach.	% di foresta decidua	N leach.	% di foresta medit.	N leach.	% di prateria	N leach.	% di tundra	N leach.
I28044							8,0	35,7				
I28045					24,0	125,0						
I28046									1,0	107,0		
I28046			5,0	125,0								
I28046					38,0	71,0						
I28047							4,0	35,7				
I28047			7,0	71,4								
I28047					21,0	71,0						
I28050							2,0	35,7				
I28051							4,0	35,7				
I29034									54,0	71,0		
I29035									54,0	71,0		
I29039							2,0	35,7				
I29040							1,0	35,7				
I29040					6,0	71,0						
I29040									9,0	71,0		
I29041					4,0	71,0			4,0	71,0		
I29042					5,0	71,0						
I29043			3,0	125,0								
I29043									5,0	71,0		
I29043					13,0	71,0						
I29043							33,0	35,7				
I29044			5,0	125,0								
I29044							7,0	35,7				
I29044					42,0	125,0						
I29045							24,0	35,7				
I29045					36,0	125,0						
I29047					15,0	71,0						
I30040					7,0	71,0			7,0	71,0		

2.17 Quantità di azoto fissato mediante fissazione biologica

Risoluzione 50x50 km²

La quantità di azoto atmosferico fissato è stata determinata sulla base dell'umidità del clima: più secco è il clima minore sarà l'azoto fissato, viceversa più umido è il clima maggiore sarà l'azoto fissato.

Per la determinazione dell'umidità del clima si è utilizzata la "Carta della precipitazione media annua in Italia per il trentennio 1921-1950" in scala 1:1.000.000 [Ministero dei lavori pubblici - a], che individua 8 differenti classi di precipitazione media annua (vedi carta delle precipitazioni §2.4).

Sovrapponendo la "Carta della precipitazione media annua in Italia per il trentennio 1921-1950" alla "Carta della vegetazione reale d'Italia" si è individuata la quantità di precipitazione

caduta in ogni maglia su ognuno degli ecosistemi previsto dalla metodologia di stima del carico critico di azoto nutriente. Gli apporti di azoto derivanti dalla fissazione biologica sono stati attribuiti, ad ogni ecosistema, sulla base dei criteri riassunti nella tabella 2.17.1.

Tabella 2.17.1 Apporti di azoto derivanti dalla fissazione biologica attribuiti ad ogni ecosistema (kg N ha⁻¹ anno⁻¹)

Precipitazioni (in mm)	Ecosistemi						
	Tundra	Foresta boreale	Conifere temperate (*)	Decidue temperate	Foresta mediterranea	Pascoli acidi	Altro (**)
(0 - 300]	0,1	2	1	1	0,5	1	9999
500	0	0	0	1	0	0,1	9999
501 - 750	0,1	0,3	0,3	1	0,07	0,15	9999
751 - 1.000	0,2	0,6	0,6	1	0,15	0,3	9999
1.001 - 1.250	0,3	0,9	0,9	1	0,2	0,4	9999
1.251 - 1500	0,4	1,2	1,2	1	0,25	0,5	9999
1.501 - 2.000	0,5	1,5	1,5	1	0,3	0,65	9999
2.001 - 2.500	0,6	1,8	1,8	1	0,4	0,8	9999
> 2.500	0,7	2	2	1	0,48	0,95	9999

Fonte: Vetrella G. (1998)

(*) Si è stabilito che:

se il sistema è ricco di epifiti, il valore di azoto è 3

se il sistema è mediamente ricco di epifiti, il valore di azoto è 2

(**)

Il valore 9999 indica che l'ecosistema "Altro" è ritenuto non sensibile all'eutrofizzazione

La quantità di azoto atmosferico fissato per ogni ecosistema presente all'interno della singola maglia EMEP 50x50 è riportata in tabella 2.17.2.

Tabella 2.17.2: Quantità di azoto fissato mediante fissazione biologica (eq.ha⁻¹.yr⁻¹)

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N fix.	% di conifere	N fix.	% di foresta decidua	N fix.	% di foresta medit.	N fix.	% di prateria	N fix.	% di tundra	N fix.
I04044									3,0	11,0		
I04044	39,0	42,9										
I04044											58,0	14,3
I04045											4,0	14,3
I04045									21,0	32,0		
I04046											6,0	21,4
I04046									21,0	21,0		
I04046	41,0	42,9										
I04047											2,0	21,4
I04047									18,0	29,0		
I04047	38,0	64,3										
I04048									20	46,0		
I05043											10	21,4

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N fix.	% di conifere	N fix.	% di foresta decidua	N fix.	% di foresta medit.	N fix.	% di prateria	N fix.	% di tundra	N fix.
I05044					13,0	71,0						
I05044									16,0	29,0		
I05044	24,0	42,9										
I05044											33,0	14,3
I05045											5,0	14,3
I05045	10	64,3										
I05045									25,0	29,0		
I05045					47,0	71,0						
I05046											3,0	14,3
I05046	13,0	42,9										
I05046									24,0	36,0		
I05046					32,0	71,0						
I05047											2,0	14,3
I05047	18,0	64,3										
I05047					34,0	71,0			34,0	44,0		
I05048											3,0	28,6
I05048	19,3	107,1										
I05048									32,5	46,0		
I05048					38,6	71,0						
I05049									6,0	46,0		
I05049	17,0	107,1										
I05049											32,0	35,7
I06043	7,0	64,3										
I06043					19,0	71,0						
I06043											21,0	21,4
I06043									38,0	29,0		
I06044	10	42,9										
I06044											12,0	21,4
I06044									15,0	29,0		
I06044					29,0	71,0						
I06045					8,0	71,0						
I06046					16,0	71,0						
I06047					31,3	71,0						
I06048											1,3	35,7
I06048					61,2	71,0						
I06049											4,7	35,7
I06049	8,3	85,7										
I06049									23,7	46,0		
I06049					37,9	71,0						
I06050											2,0	28,6
I06050					7,0	71,0						
I06050	18,0	85,7										
I06050									34,0	36,0		

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N fix.	% di conifere	N fix.	% di foresta decidua	N fix.	% di foresta med.	N fix.	% di prateria	N fix.	% di tundra	N fix.
I06051									12,0	36,0		
I07043	1,0	85,7										
I07043							2,0	10,7				
I07043											8,0	28,6
I07043									23,0	36,0		
I07043					32,0	71,0						
I07044											6,0	28,6
I07044									8,0	36,0		
I07044					45,0	71,0						
I07045					22,0	71,0						
I07046					5,0	71,0						
I07047	1,0	42,9										
I07047					3,0	71,0						
I07048					3,0	71,0						
I07049	8,2	107,1										
I07049									13,3	46,0		
I07049											17,4	35,7
I07049					26,6	71,0						
I07050											4,0	35,7
I07050					14,0	71,0						
I07050	26,0	64,3										
I07050									28,0	29,0		
I07051											5,0	21,4
I07051	26,0	42,9										
I07051									30	21,0		
I07052									43,0	21,0		
I07052	47,0	42,9										
I07053									37,0	29,0		
I07053	49,0	64,3										
I08043			4,0	42,9								
I08043							6,0	5,0				
I08043					41,0	71,0						
I08044											1,0	21,4
I08044			5,0	64,3								
I08044							6,0	10,7				
I08044					58,0	71,0						
I08045							3,0	14,3				
I08045			6,0	64,3								
I08045					60	71,0						
I08046					55,0	71,0						
I08047					17,0	71,0						
I08048					2,0	71,0						
I08049	2,1	64,3										

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N fix.	% di conifere	N fix.	% di foresta decidua	N fix.	% di foresta medit.	N fix.	% di prateria	N fix.	% di tundra	N fix.
I08049									3,2	36,0		
I08049											4,3	28,6
I08049					28,7	71,0						
I08050											12,0	28,6
I08050	14,0	107,1										
I08050									18,0	36,0		
I08050					39,0	71,0						
I08051											3,0	21,4
I08051									18,0	29,0		
I08051					22,0	71,0						
I08051	39,0	64,3										
I08052											1,0	14,3
I08052									10	21,0		
I08052					15,0	71,0						
I08052	61,0	42,9										
I08053											7,0	14,3
I08053									17,0	21,0		
I08053	74,0	42,9										
I08054									44,0	29,0		
I08054	50	42,9										
I09046			4,0	64,3								
I09046					75,0	71,0						
I09047					53,0	71,0						
I09048					6,0	71,0						
I09049					1,1	71,0						
I09050											12,8	28,6
I09050									16,7	29,0		
I09050					51,4	71,0						
I09051											5,0	28,6
I09051	7,0	64,3										
I09051									8,0	36,0		
I09051					65,0	71,0						
I09052											12,0	21,4
I09052									14,0	29,0		
I09052					23,0	71,0						
I09052	43,0	64,3										
I09053									6,0	21,0		
I09053					12,0	71,0						
I09053											21,0	21,4
I09053	57,0	64,3										
I09054					14,0	71,0						
I09054									24,0	29,0		
I09054	62,0	64,3										

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N fix.	% di conifere	N fix.	% di foresta decidua	N fix.	% di foresta medit.	N fix.	% di prateria	N fix.	% di tundra	N fix.
I10046							3,0	14,3				
I10046			7,0	85,7								
I10046					46,0	71,0						
I10047					68,0	71,0						
I10048					12,0	71,0						
I10049					1,0	71,0						
I10050					12,0	71,0						
I10051									1,0	36,0		
I10051					11,0	71,0						
I10052									2,0	46,0		
I10052					40	71,0						
I10053									3,0	46,0		
I10053											7,0	35,7
I10053	19,0	107,1										
I10053					62,0	71,0						
I10054									2,0	46,0		
I10054											14,0	35,7
I10054	26,0	107,1										
I10054					54,0	71,0						
I10055	100	85,7										
I11046	1,0	142,9										
I11046							10	14,3				
I11046					38,0	71,0						
I11047					72,0	71,0						
I11048			21,0	42,9								
I11049			2,0	21,4								
I11050			4,0	42,9								
I11052					3,2	71,0						
I11053					9,0	71,0						
I11054									1,0	46,0		
I11054											7,0	50
I11054	19,0	128,6										
I11054					46,0	71,0						
I11055									9,0	46,0	9,0	28,6
I11055	34,0	107,1										
I11055					48,0	71,0						
I12044							18,0	5,0				
I12045							34,0	10,7				
I12046							8,0	10,7				
I12046					21,0	71,0						
I12047					47,0	71,0						
I12048			57,0	64,3								
I12050							1,1	5,0				

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N fix.	% di conifere	N fix.	% di foresta decidua	N fix.	% di foresta medit.	N fix.	% di prateria	N fix.	% di tundra	N fix.
I12051							7,0	5,0				
I12053									2,6	36,0		
I12053					22,5	71,0						
I12054									5,0	29,0		
I12054					46,0	71,0						
I13037							100	5,0				
I13038									35,0	11,0		
I13038							64,0	0				
I13039							100	0				
I13043							50	0				
I13044					8,0	71,0						
I13044							41,0	10,7				
I13045					13,0	71,0						
I13045							43,0	10,7				
I13046							8,0	10,7				
I13046					41,0	71,0						
I13047							1,0	10,7				
I13047					43,0	71,0						
I13048			72,0	85,7								
I13049			5,0	42,9								
I13050			40	21,4								
I13053									26,0	29,0		
I13053					42,0	71,0						
I13054					35,0	71,0						
I13054									60	29,0		
I14037									32,0	21,0		
I14037							57,0	5,0				
I14038					3,0	71,0						
I14038							21,0	10,7				
I14038									65,0	21,0		
I14039					1,0	71,0						
I14039							25,0	10,7				
I14039									64,0	21,0		
I14040					4,0	71,0						
I14040							35,0	10,7				
I14040									53,0	21,0		
I14043							100	0				
I14044							24,0	5,0				
I14045					15,0	71,0						
I14045							19,0	5,0				
I14046							2,0	14,3				
I14046					38,0	71,0						
I14047					37,0	71,0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N fix.	% di conifere	N fix.	% di foresta decidua	N fix.	% di foresta medit.	N fix.	% di prateria	N fix.	% di tundra	N fix.
I14048					56,0	71,0						
I14049					30,3	71,0						
I15036							15,2	0				
I15036									42,7	0		
I15037					1,0	71,0						
I15037							10,2	10,7				
I15037									54,3	21,0		
I15038					1,0	71,0						
I15038							27,0	10,7				
I15038									58,0	21,0		
I15039									36,0	21,0		
I15039							55,0	10,7				
I15040							37,0	5,0				
I15040									48,0	11,0		
I15044							37,0	5,0				
I15045									1,0	21,0		
I15045					14,0	71,0	14,0	5,0				
I15046					36,5	71,0						
I15047							2,3	10,7				
I15047					33,0	71,0						
I15048							1,0	14,3				
I15048					48,0	71,0						
I15049					16,0	71,0						
I16035					2,0	71,0						
I16035									36,0	11,0		
I16035							43,0	0				
I16036					2,0	71,0						
I16036							22,0	10,7				
I16036									25,0	21,0		
I16037					5,0	71,0						
I16037							20	10,7				
I16037									63,0	11,0		
I16038					1,0	71,0						
I16038									25,0	21,0		
I16038							51,0	10,7				
I16039					2,0	71,0						
I16039							23,0	5,0				
I16039									54,0	11,0		
I16040									37,0	11,0		
I16040							63,0	5,0				
I16045							6,0	10,7				
I16045									10	21,0		
I16045					28,0	71,0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N fix.	% di conifere	N fix.	% di foresta decidua	N fix.	% di foresta medit.	N fix.	% di prateria	N fix.	% di tundra	N fix.
I16046							8,2	14,3				
I16046					16,4	71,0						
I16047							8,0	14,3				
I16047					33,0	71,0						
I16048											1,0	28,6
I16048							2,0	14,3				
I16048					70	71,0						
I16049					10	71,0						
I16050							15,0	10,7				
I17035							25,0	5,0				
I17035									50	11,0		
I17036					3,2	71,0						
I17036									23,1	11,0		
I17036							24,2	5,0				
I17037					6,0	71,0						
I17037							28,0	10,7				
I17037									53,0	21,0		
I17038									28,0	21,0		
I17038							41,0	10,7				
I17045					6,4	71,0	6,4	10,7				
I17046							7,0	10,7				
I17046					12,0	71,0						
I17047									1,0	21,0		
I17047											2,0	28,6
I17047							5,0	17,9				
I17047					62,0	71,0						
I17048											4,0	21,4
I17048					54,0	71,0						
I17049					6,0	71,0						
I18036									39,0	11,0		
I18036							57,0	5,0				
I18037					1,0	71,0						
I18037							20	0				
I18037									31,0	0		
I18045									3,0	36,0		
I18045					7,0	71,0						
I18045							13,0	10,7				
I18046									1,0	29,0	1,0	35,7
I18046							2,0	17,9				
I18046					31,0	71,0						
I18047											6,0	21,4
I18047					30	71,0						
I18048							1,0	10,7				

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N fix.	% di conifere	N fix.	% di foresta decidua	N fix.	% di foresta medit.	N fix.	% di prateria	N fix.	% di tundra	N fix.
I18048											5,0	21,4
I18048					12,0	71,0						
I18049					5,0	71,0						
I19044							100	0				
I19045					5,0	71,0						
I19045									7,0	21,0		
I19045							13,0	10,7				
I19046											1,0	35,7
I19046									6,0	36,0		
I19046							11,0	17,9				
I19046					19,0	71,0						
I19047							1,0	10,7				
I19047											7,0	21,4
I19047					36,0	71,0						
I19048	1,0	64,3					1,0	10,7				
I19048											4,0	21,4
I19048					19,0	71,0						
I19049					2,0	71,0						
I19049							8,0	5,0				
I20044							100	0				
I20045									3,0	21,0		
I20045							28,0	10,7				
I20046									10	36,0		
I20046					12,0	71,0						
I20046							13,0	17,9				
I20047	3,0											35,7
I20047							4,0	17,9				
I20047					33,0	71,0						
I20048					23,0	71,0						
I21045					6,0	71,0						
I21045							30	0				
I21046							2,0	10,7				
I21046					4,0	71,0						
I21047											1,0	42,9
I21047					31,0	71,0						
I21048					15,0	71,0						
I21049					2,2	71,0			2,2	21,0		
I21049							3,3	5,0				
I21050							56,2	5,0				
I22045							100	0				
I22046							4,0	14,3				
I22046					27,0	71,0						
I22047					19,0	71,0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N fix.	% di conifere	N fix.	% di foresta decidua	N fix.	% di foresta medit.	N fix.	% di prateria	N fix.	% di tundra	N fix.
I22048					7,0	71,0						
I22049			1,0	42,9			1,0	10,7				
I22049					3,0	71,0						
I22049									17,0	21,0		
I22050			11,9	42,9								
I22050					14,1	71,0						
I22050									18,4	21,0		
I22050							19,5	5,0				
I23046							8,0	14,3				
I23046					13,0	71,0						
I23047					32,0	71,0						
I23048					16,0	71,0						
I23049					1,0	71,0						
I24038							1,0	0				
I24038									10	0		
I24039							1,0	5,0				
I24039									44,0	11,0		
I24041									18,0	0		
I24046					12,0	71,0						
I24046							32,0	17,9				
I24047							2,0	17,9				
I24047					28,0	71,0						
I24048					19,0	71,0						
I24049	4,0	21,4			4,0	71,0						
I25038					2,0	71,0						
I25038									4,0	11,0		
I25039									10	21,0		
I25040									28,0	21,0		
I25046									14,0	46,0		
I25046					16,0	71,0						
I25046							20	17,9				
I25047							4,0	21,4				
I25047									8,0	36,0		
I25047					35,0	71,0						
I25048							4,0	5,0				
I25048					17,0	71,0						
I25048	19,0	21,4										
I25049	1,0	21,4			1,0	71,0						
I25049							7,0	5,0				
I25050	1,0	21,4			1,0	71,0						
I25050							8,0	5,0				
I26035									6,0	0		
I26035							21,0	0				

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N fix.	% di conifere	N fix.	% di foresta decidua	N fix.	% di foresta med.	N fix.	% di prateria	N fix.	% di tundra	N fix.
I26038									5,0	11,0		
I26039					3,0	71,0			3,0	21,0		
I26040							2,0	10,7				
I26040					3,0	71,0						
I26040									8,0	11,0		
I26041							12,0	5,0				
I26041					21,0	71,0						
I26042									71,0	0		
I26043									100	0		
I26046									8,0	36,0		
I26046					51,0	71,0						
I26047							1,0	14,3				
I26047									5,0	46,0		
I26047					32,0	71,0						
I26048							3,0	10,7				
I26048					8,0	71,0						
I26048									15,0	21,0		
I26049					1,0	71,0						
I26049							17,0	0				
I26050							7,0	10,7				
I27038									5,0	11,0		
I27039					3,0	71,0						
I27039									6,0	11,0		
I27040							2,0	14,3				
I27040									4,0	11,0		
I27040					7,0	71,0						
I27041									1,0	21,0		
I27041							11,0	10,7				
I27041					21,0	71,0						
I27042					1,0	71,0						
I27042							8,0	10,7				
I27042									15,0	29,0		
I27043									46,0	0		
I27044									50	0		
I27045							19,0	10,7				
I27046									5,0	46,0		
I27046			8,0	85,7								
I27046					40	71,0						
I27047							3,0	14,3	3,0	36,0		
I27047			21,0	85,7								
I27047					25,0	71,0						
I28039									6,0	0		
I28040					1,0	71,0						

continua

segue

Celle	Foresta boreale		Conifere temperate		Decidue temperate		Foresta mediterranea		Praterie acidofile		Tundra	
	% di foresta boreale	N fix.	% di conifere	N fix.	% di foresta decidua	N fix.	% di foresta medit.	N fix.	% di prateria	N fix.	% di tundra	N fix.
I28040									3,0	11,0		
I28041			1,0	64,3								
I28041									5,0	11,0		
I28041					12,0	71,0						
I28042			1,0	85,7								
I28042							2,0	10,7				
I28042									7,0	29,0		
I28042					17,0	71,0						
I28043					4,0	71,0						
I28043							7,0	14,3				
I28043									8,0	29,0		
I28044					5,0	71,0						
I28044							8,0	10,7				
I28045					24,0	71,0						
I28046									1,0	36,0		
I28046			5,0	107,1								
I28046					38,0	71,0						
I28047							4,0	14,3				
I28047			7,0	85,7								
I28047					21,0	71,0						
I28050							2,0	10,7				
I28051							4,0	5,0				
I29034									54,0	0		
I29035									54,0	0		
I29039							2,0	5,0				
I29040							1,0	5,0				
I29040					6,0	71,0						
I29040									9,0	11,0		
I29041					4,0	71,0			4,0	11,0		
I29042					5,0	71,0						
I29043			3,0	107,1								
I29043									5,0	29,0		
I29043					13,0	71,0						
I29043							33,0	14,3				
I29044			5,0	107,1								
I29044							7,0	17,9				
I29044					42,0	71,0						
I29045							24,0	14,3				
I29045					36,0	71,0						
I29047					15,0	71,0						
I30040					7,0	71,0			7,0	11,0		

3. Le mappe nazionali dei carichi critici e delle eccedenze

Di seguito vengono presentate le mappe dei carichi critici e della relativa eccedenza per il territorio italiano ad oggi disponibili. Le mappe mostrano la sensibilità del territorio nazionale agli inquinanti presenti nelle deposizioni.

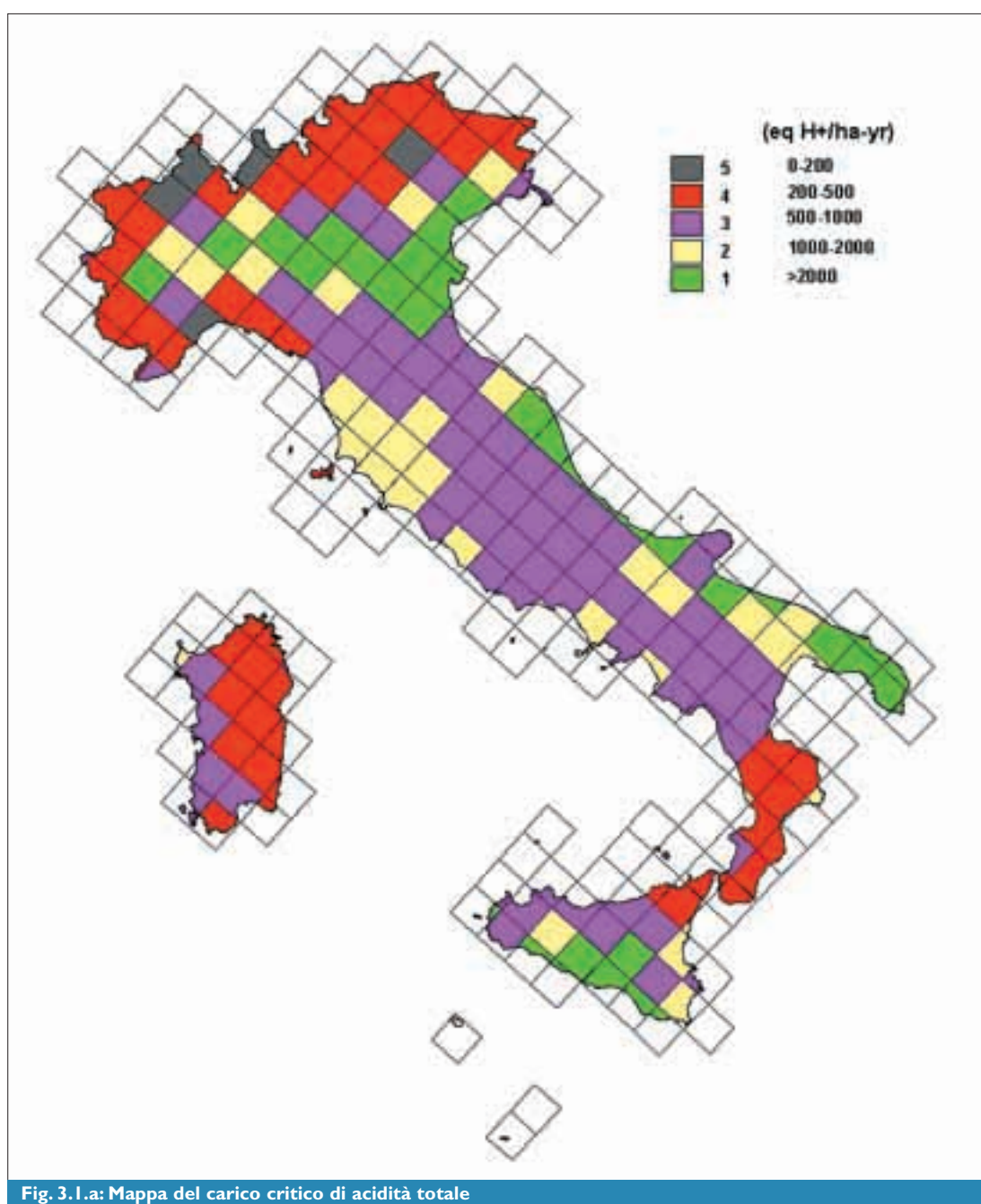
3.1 Acidità totale

Per quanto riguarda l'acidificazione, l'analisi delle mappe mostra che il territorio italiano non presenta una situazione particolarmente critica. Solo alcune aree con una limitata superficie, localizzate prevalentemente in zone alpine e subalpine dell'Italia nord-occidentale, mostrano una debole tolleranza alle deposizioni acide, presentando dei valori di carico critico molto bassi (fig. 3.1.a). Prendendo in considerazione la differenza tra le deposizioni e il carico critico, l'eccedenza, la mappa rappresentata nella fig. 3.1.b mostra che le zone critiche, (cioè quelle per le quali la soglia di tollerabilità risulta superata), sono concentrate prevalentemente nella fascia alpina e in Liguria. In particolare si può ipotizzare che tale criticità sia quasi totalmente imputabile ai composti dello zolfo, infatti dall'analisi del carico critico di zolfo e della sua eccedenza riportati nelle mappe 3.2.a e 3.2.b, e da quella del carico critico di azoto acidificante e della sua eccedenza, riportati nelle mappe 3.3.a e 3.3.b, si può notare come i superamenti alla soglia del carico critico siano solo registrati per i composti dello zolfo (fig.3.2.b), mentre per quanto riguarda l'azoto, considerato per il suo effetto acidificante, il nostro Paese non mostra particolare criticità (fig. 3.3.b).

3.1.a Mappa del carico critico di acidità totale

Elemento recettore: i suoli forestali, risoluzione 50x50 km². Metodologia di livello zero modificata (Bonanni et al., 1999).

La mappa di fig.3.1.a illustra la sensibilità del territorio nazionale al contenuto acido delle deposizioni, espresso come equivalenti di ioni idrogeno per ettaro per anno. In Allegato 3 è riportata la metodologia di stima adottata.



3.1.b *Mappa dell'eccedenza al carico critico di acidità totale*

Elemento recettore: i suoli forestali, risoluzione 50x50 km². Metodologia di livello zero modificata (Bonanni et al., 1999)

La fig.3.1.b illustra le zone nelle quali il contenuto acido delle attuali deposizioni (rappresentato dai composti dello zolfo e dell'azoto) supera il valore soglia del carico critico. I dati di deposizione utilizzati sono quelli previsti dal modello EMEP per l'anno 1990.

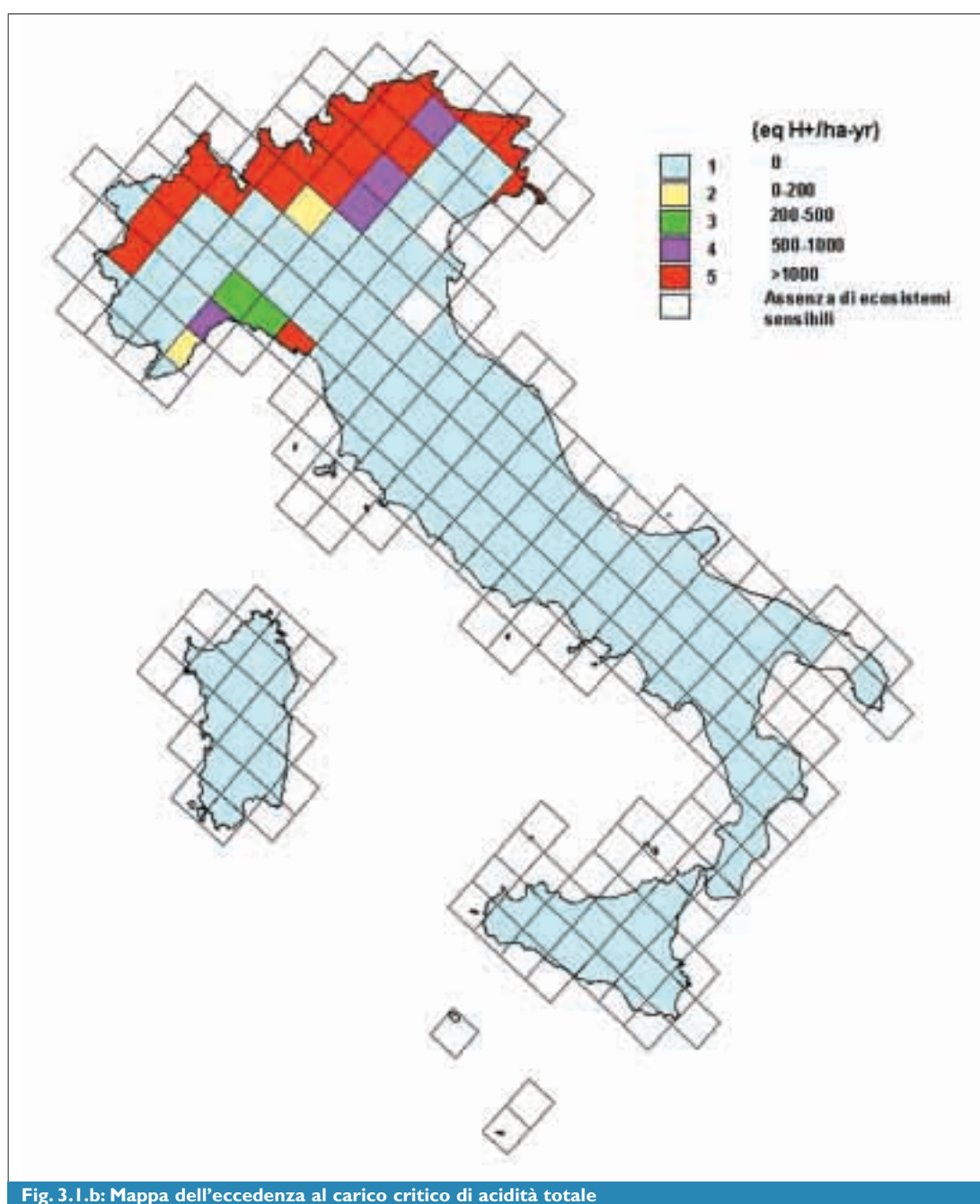


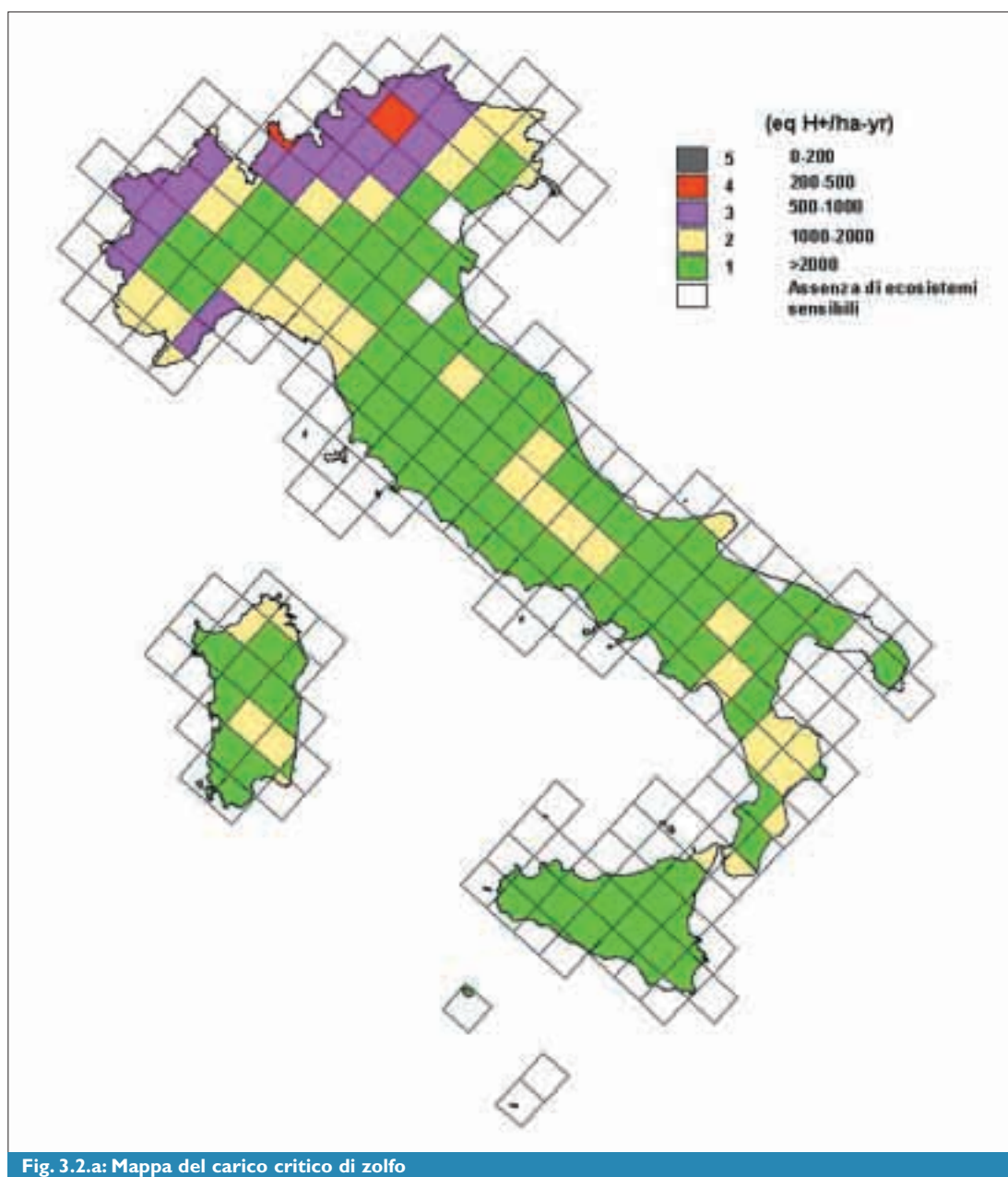
Fig. 3.1.b: Mappa dell'eccedenza al carico critico di acidità totale

3.2 Zolfo

3.2.a Mappa del carico critico di zolfo

Elemento recettore: i suoli forestali, risoluzione 50x50 km². Metodologia di livello zero modificata (Bonanni et al., 1999)

La fig.3.2.a illustra la sensibilità del territorio nazionale al contenuto acido delle deposizioni dovuto ai soli composti dello zolfo, espresso come equivalenti di ioni idrogeno per ettaro per anno. In Allegato 4 è riportata la metodologia di stima adottata.



3.2.b *Mappa dell'eccedenza al carico critico di zolfo*

Elemento recettore: i suoli forestali, risoluzione 50x50 km². Metodologia di livello zero modificata (Bonanni et al., 1999)

La fig.3.2.b illustra le zone nelle quali il contenuto dei composti dello zolfo delle attuali deposizioni supera il valore soglia del carico critico riferito a questo inquinante.

I dati di deposizione utilizzati sono quelli previsti dal modello EMEP per l'anno 1990.

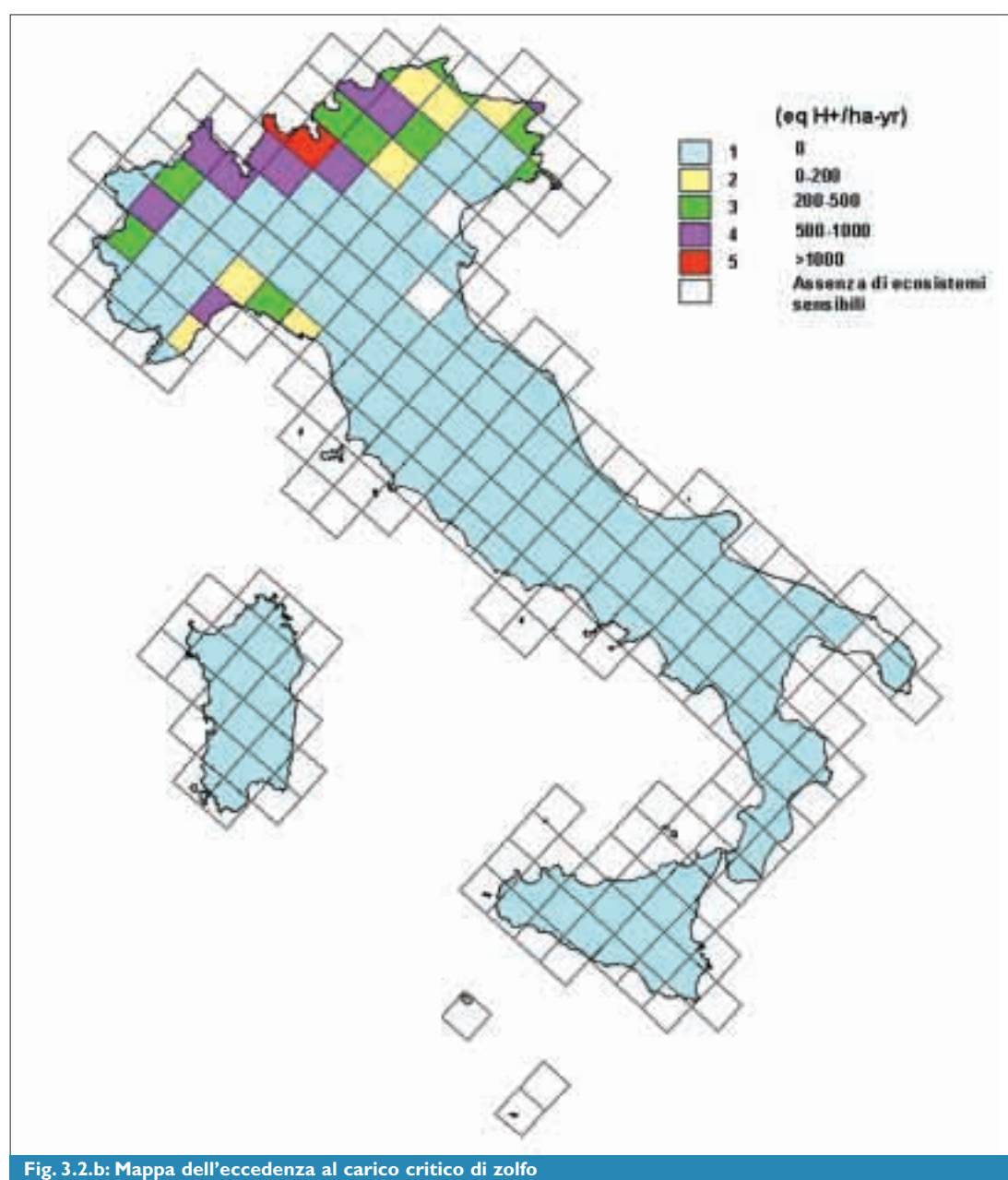


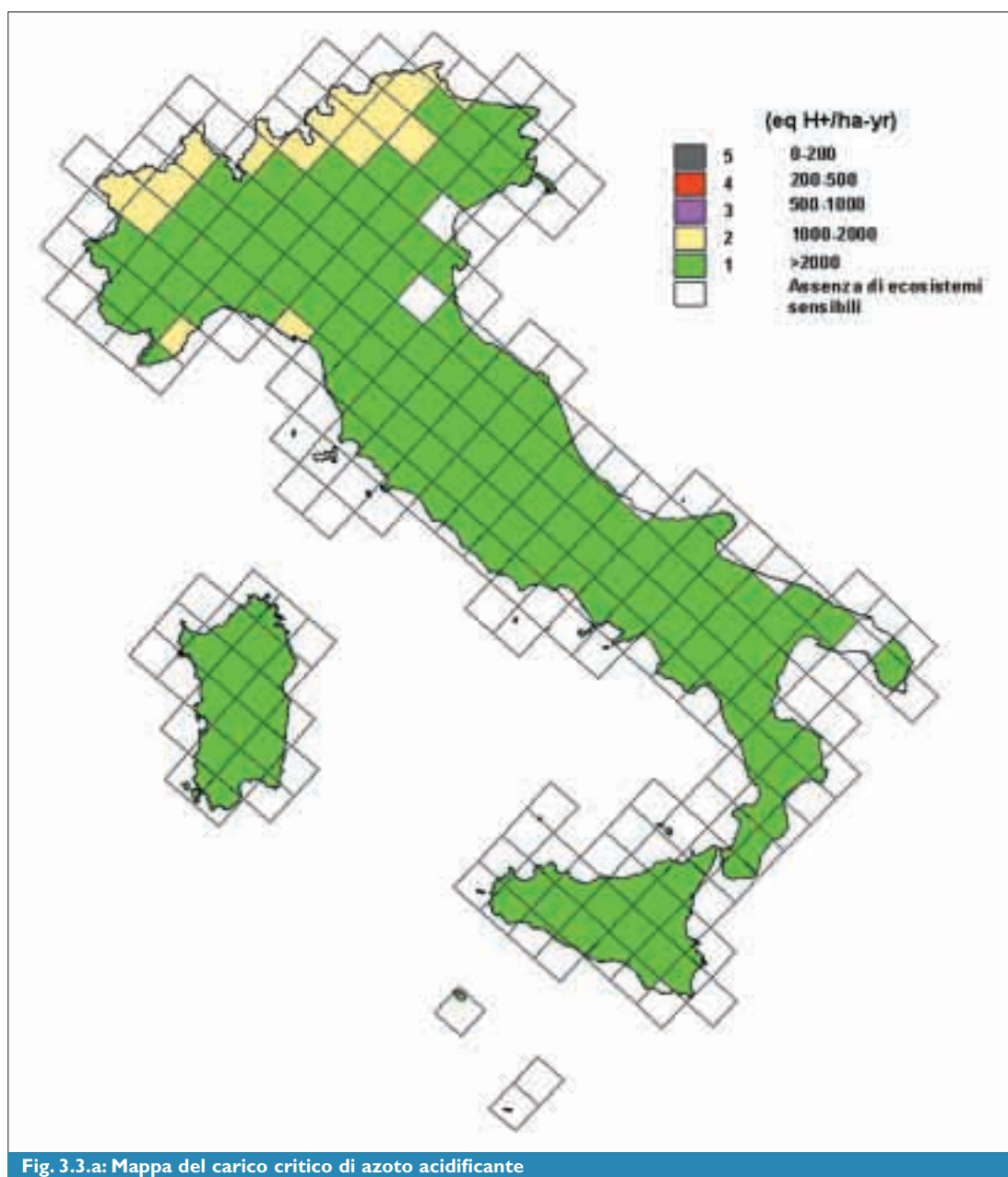
Fig. 3.2.b: Mappa dell'eccedenza al carico critico di zolfo

3.3 Azoto acidificante

3.3.a Mappa del carico critico di azoto acidificante

Elemento recettore: i suoli forestali, risoluzione 50x50 km². Metodologia di livello zero modificata (Bonanni et al., 1999)

La fig. 3.3.a illustra la sensibilità del territorio nazionale al contenuto acido delle deposizioni dovuto ai soli composti dell'azoto, espresso come equivalenti di ioni idrogeno per ettaro e per anno. In Allegato 5 è riportata la metodologia di stima adottata.



3.3.b *Mappa dell'eccedenza al carico critico di azoto acidificante*

Elemento recettore: i suoli forestali, risoluzione 50x50 km², metodologia di livello zero modificata (Bonanni et al., 1999)

La fig.3.3.b illustra le zone nelle quali il contenuto dei composti dello azoto, considerato il solo effetto acidificante delle attuali deposizioni supera il valore soglia del carico critico. I dati di deposizione utilizzati sono quelli previsti dal modello EMEP per l'anno 1990.

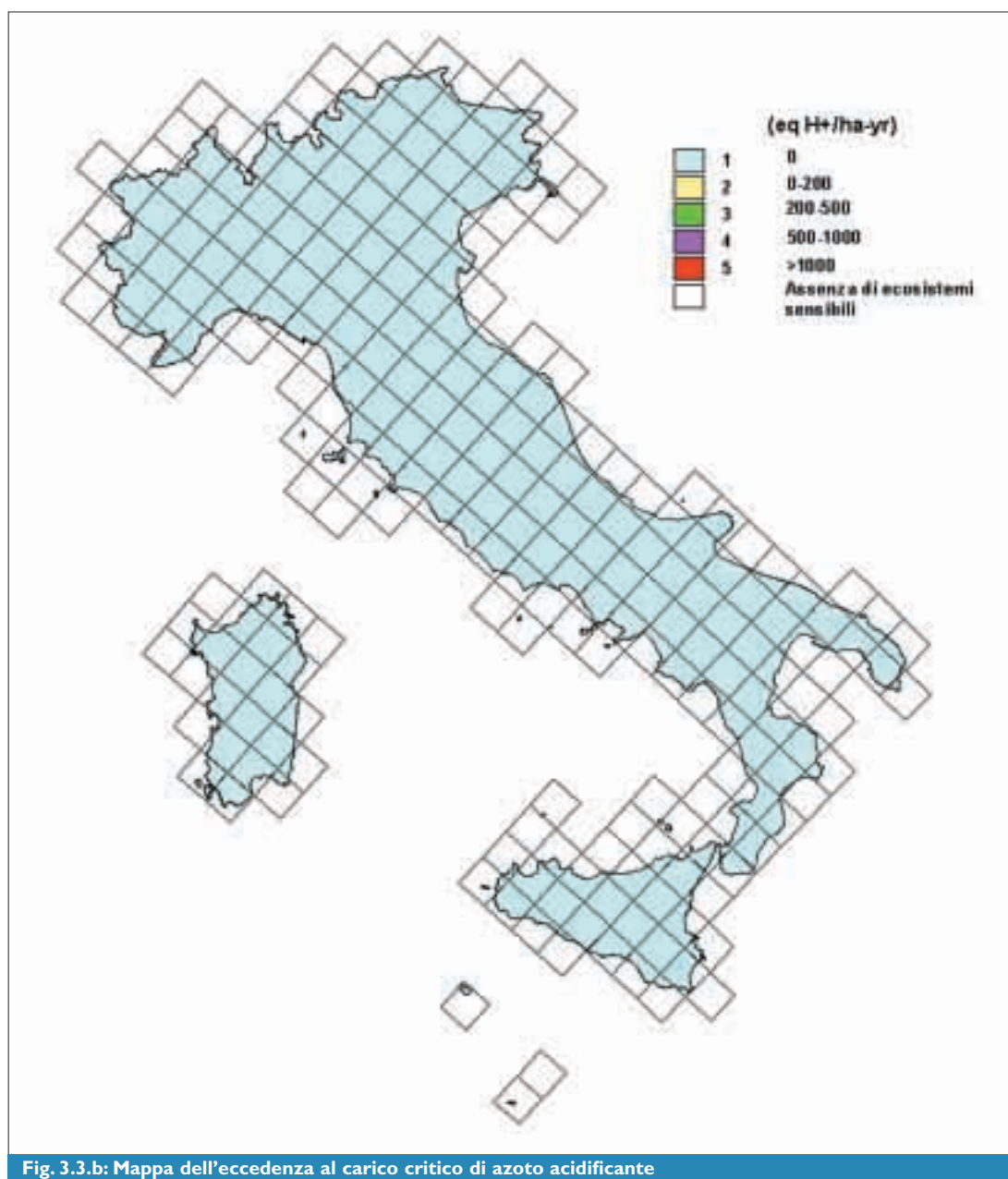


Fig. 3.3.b: Mappa dell'eccedenza al carico critico di azoto acidificante

3.4 Azoto nutriente

Le mappe riportate nelle fig. 3.4.a e 3.4.b, mostrano la sensibilità del territorio italiano al contenuto dei composti dell'azoto nelle deposizioni atmosferiche, considerando il solo effetto eutrofizzante e il superamento di tale soglia di sensibilità.

La sensibilità all'eutrofizzazione, riportata nella fig.3.4.a, appare, pur non presentandosi come un fenomeno estremamente grave, decisamente più diffusa rispetto a quella al fenomeno dell'acidificazione. Pur non evidenziandosi aree con la classe di tollerabilità più bassa, tuttavia vaste zone del Paese si trovano ad avere sensibilità piuttosto marcate, quali la regione alpina e subalpina, la costa tirrenica (Toscana, Lazio e Campania in particolare), alcune zone della costa adriatica e le isole maggiori. Confrontando tale soglia di sensibilità con il contenuto di azoto nelle deposizioni, mappa dell'eccedenza (fig. 3.4.b), si nota come le zone più interessate al superamento della soglia siano abbastanza circoscritte e localizzate in aree alpine e subalpine, nell'Appennino tosco-emiliano e in Sardegna, mentre per vaste aree della penisola (Piemonte, Italia centrale, parte della Puglia, parte della Calabria, e parte delle isole maggiori) il superamento risulta di lieve entità.

3.4.a *Mappa del carico critico*

Elemento recettore: i suoli forestali, risoluzione 50x50 km², metodologia utilizzata: Bilancio chimico di Massa (metodo statico)

La fig. 3.4.a illustra la sensibilità del territorio nazionale al contenuto di composti dell'azoto delle deposizioni, considerato il solo effetto eutrofizzante; viene espresso come equivalenti di azoto per ettaro per anno.

In Allegato 6 è riportata la metodologia di stima adottata

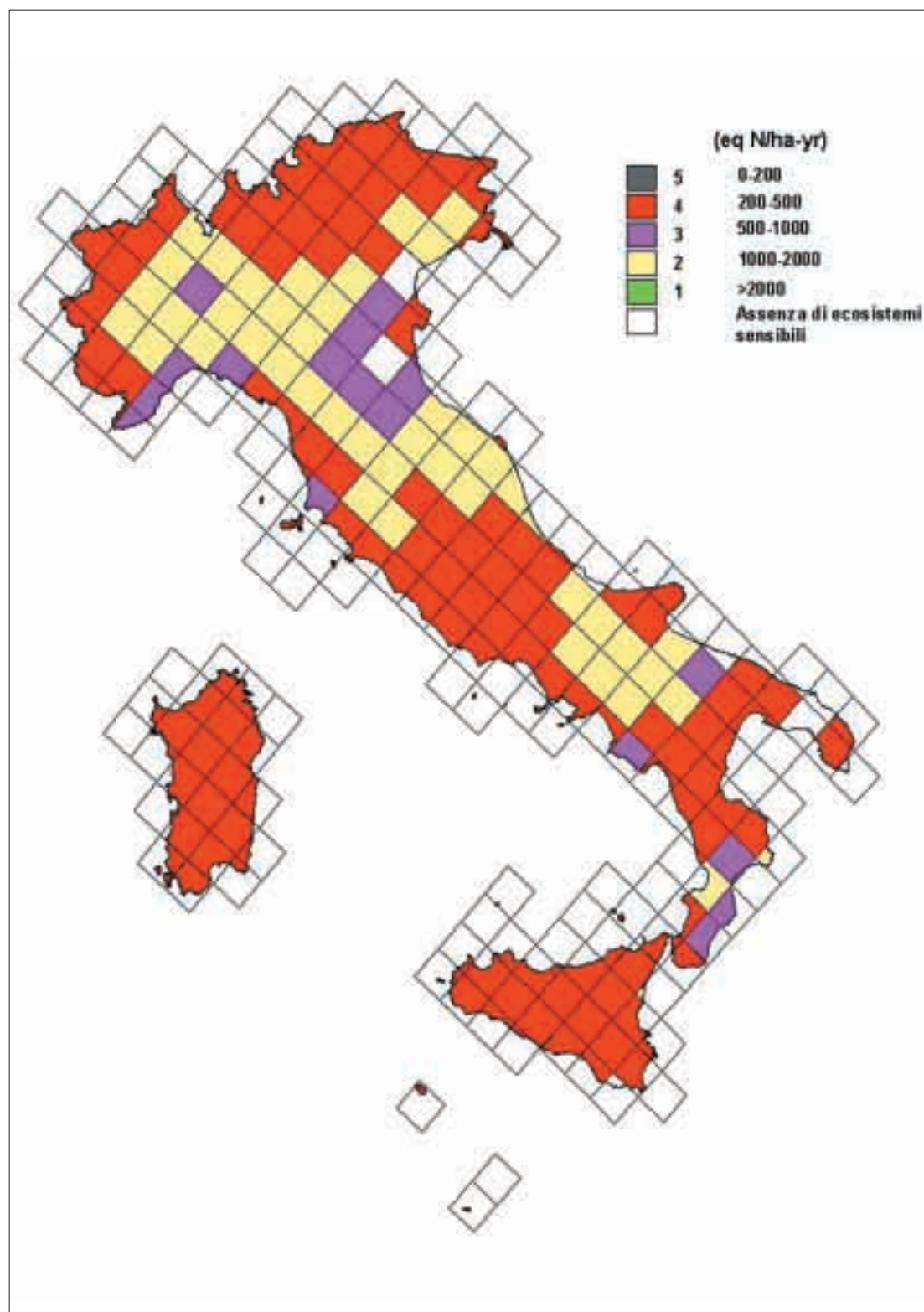


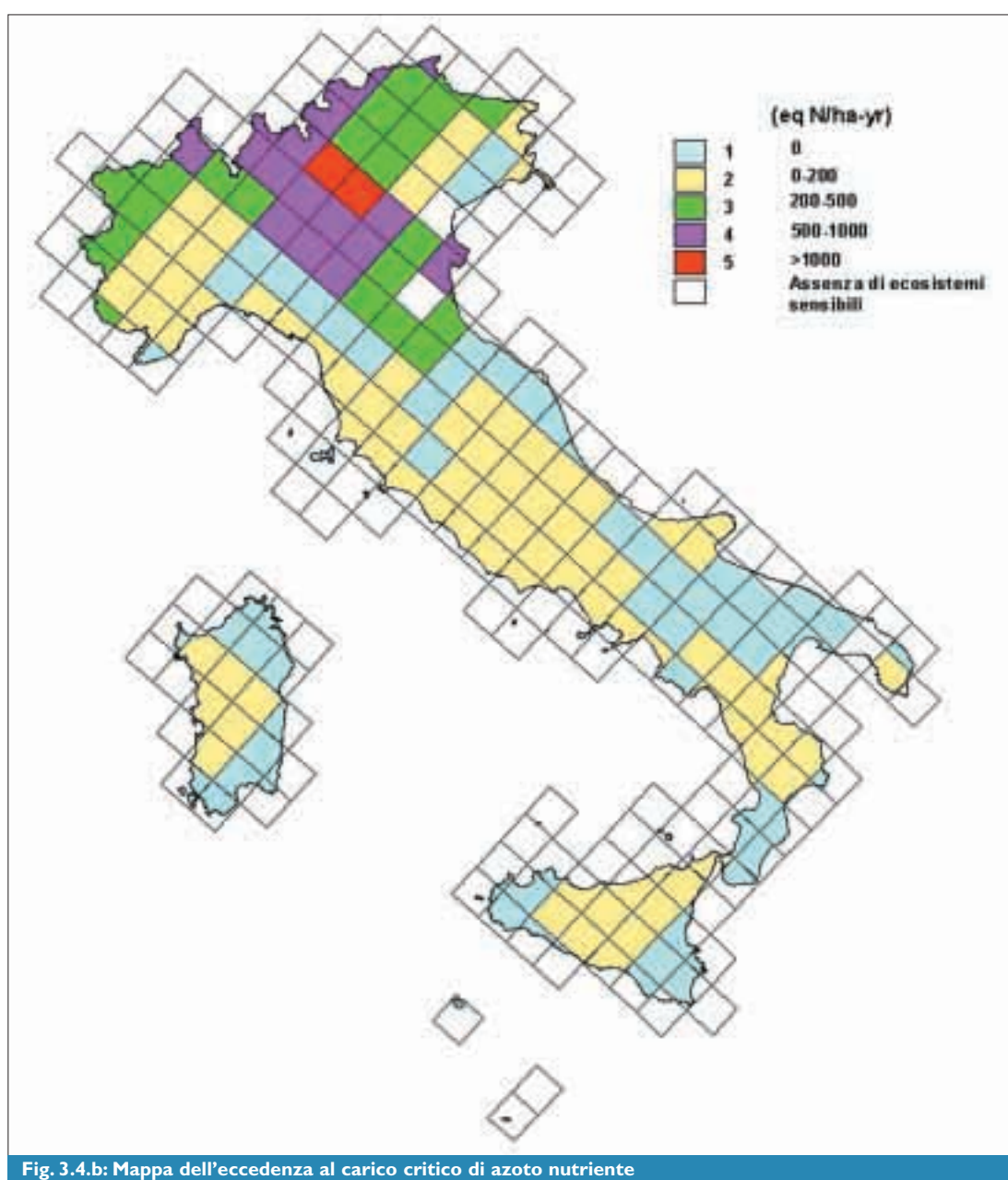
Fig. 3.4.a: Mappa del carico critico di azoto nutriente

3.4.b *Mappa dell' eccedenza*

Elemento recettore: i suoli forestali, risoluzione 50x50 km², metodologia utilizzata: Bilancio chimico di Massa (metodo statico)

La fig 3.4.b illustra le zone nelle quali il contenuto dei composti dell'azoto, considerato il solo loro effetto eutrofizzante, delle attuali deposizioni supera il valore soglia del carico critico.

I dati di deposizione utilizzati sono quelli previsti dal modello EMEP per l'anno 1990.



3.4.c Quadro complessivo dell'acidificazione e dell'eutrofizzazione

Volendo considerare contemporaneamente la sensibilità del territorio italiano sia verso il fenomeno dell'acidificazione che verso quello dell'eutrofizzazione indotti dalla deposizione di sostanze inquinanti, si è pervenuti (Vetrella G, 1998) alla mappa riportata in fig.3.4.c.

La figura mostra, per ogni cella del reticolo EMEP 50x50 km², per una data combinazione di deposizione di zolfo (solfati) e azoto (nitrati e ammonio) (deposizioni previste per il 1990 dal modello EMEP) mediante una scala cromatica, le eventuali riduzioni delle deposizioni, e quindi delle emissioni, di zolfo e/o azoto richieste per raggiungere la salvaguardia del 95% dei recettori sensibili presenti in ogni cella nei confronti del fenomeno dell'acidificazione e dell'eutrofizzazione.

All'interno della mappa appaiono vaste aree della Penisola che non richiedono alcuna riduzione di deposizione né di zolfo, né di azoto, d'altro canto, anche in questo caso si conferma, come già evidenziato dalle mappe precedenti, la necessità di intervento di riduzione delle deposizioni di zolfo e di azoto per la zona alpina e una parte della Liguria, sono anche presenti aree diffuse nell'Italia centrale, in Calabria, parte della Sicilia e Sardegna da tutelare per quanto riguarda il fenomeno dell'eutrofizzazione.

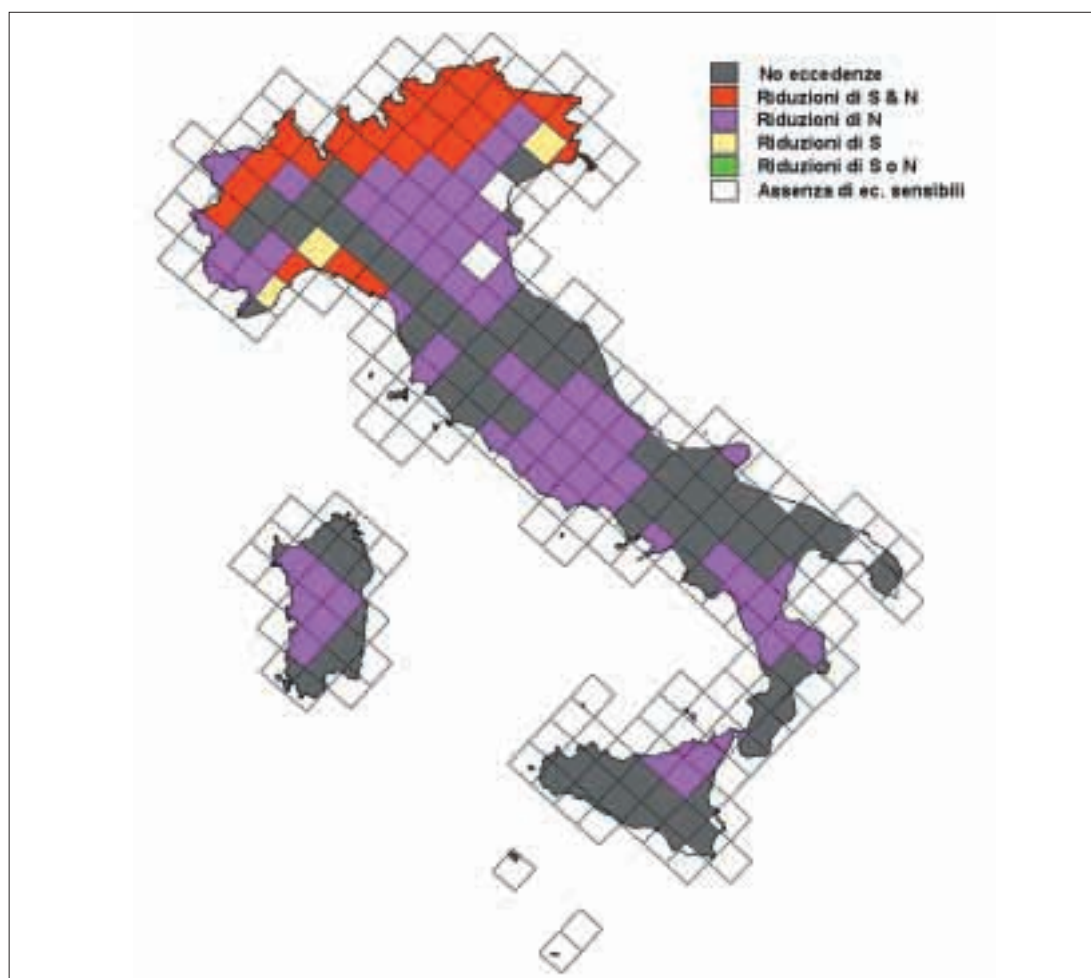


Fig. 3.4.c: Riduzione delle deposizioni di zolfo e/o di azoto necessarie per la protezione dei recettori sensibili nei confronti dell'acidificazione e dell'eutrofizzazione

4. Studi di caso

Le mappe riportate di seguito illustrano alcuni studi di caso attraverso i quali sono state messe a punto metodiche per il calcolo del carico critico di azoto nutriente relativamente alle acque marine (caso di studio sulla laguna di Venezia) e la metodologia di stima del carico critico per i metalli pesanti (caso di studio del calcolo del carico critico di Cadmio e Piombo per la provincia di Bologna). È nei programmi futuri l'estensione di entrambe le metodologie di stima a tutto il territorio nazionale.

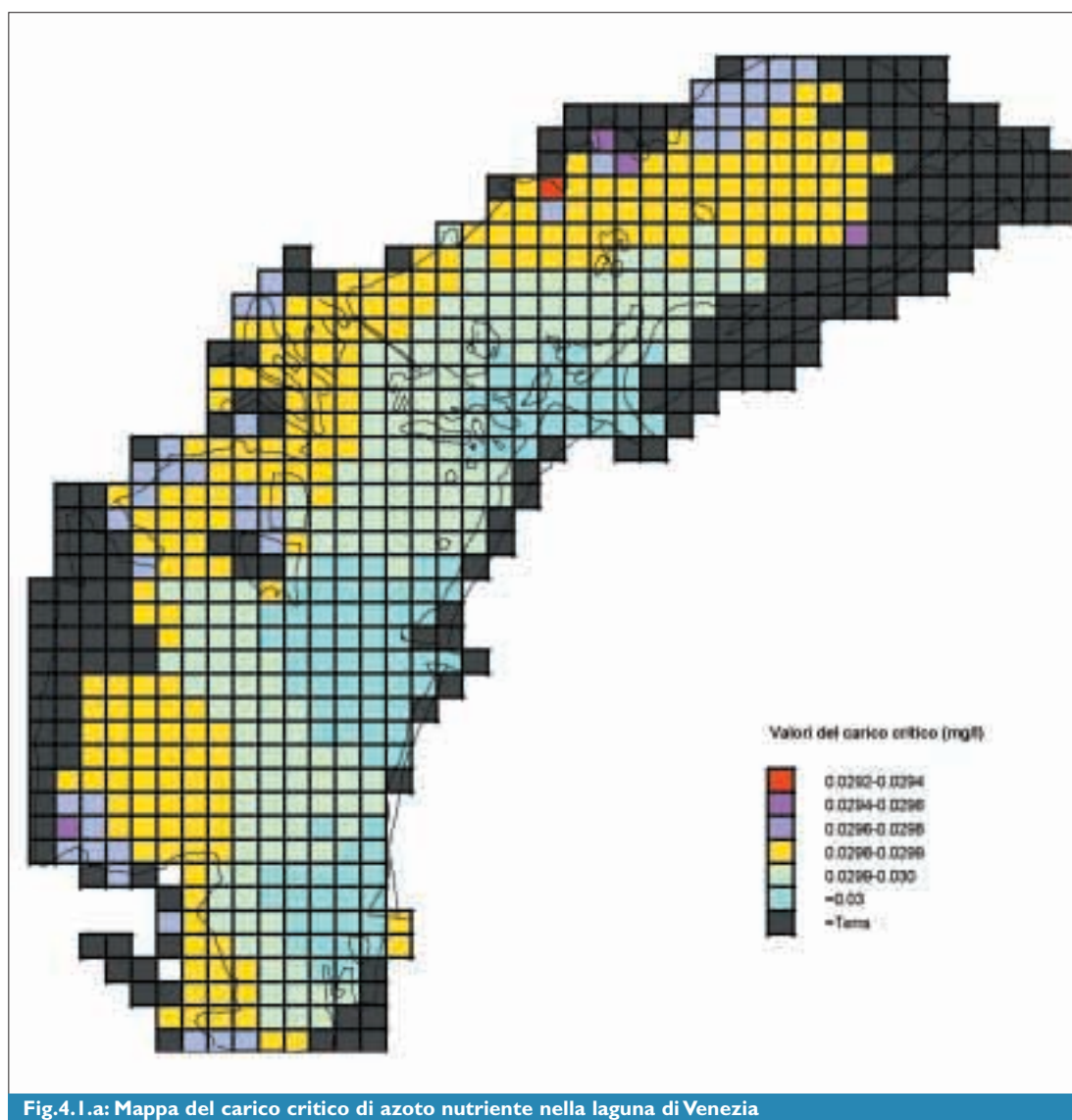
4.1 Azoto nutriente nella laguna di Venezia

L'analisi delle mappe riportate per lo studio di caso sulla laguna di Venezia, rispettivamente la fig. 4.1.a e 4.1.b mostra che, nonostante una discreta capacità autodepurativa della laguna peraltro però solo teorica e localizzata nelle zone vicine alla bocche di porto, un massiccio superamento della soglia di tolleranza al fenomeno dell'eutrofizzazione, in particolare è stato calcolato che per evitare i superamenti bisognerebbe prevedere una riduzione del 98% di tutti gli apporti di azoto in laguna, e in particolare la quota di deposizioni atmosferiche dovrebbe passare dalle attuali 22 t annue a 0,3 t annue.

4.1.a Mappa del carico critico

Elemento recettore: acque della laguna, risoluzione 1x1 km², metodologia utilizzata Bilancio chimico di Massa (metodo statico)

La fig.4.1.a illustra la sensibilità della laguna di Venezia al contenuto dei composti dell'azoto, di provenienza atmosferica, considerato il solo effetto eutrofizzante, espresso come concentrazione di azoto risultante nelle acque. Tale concentrazione viene a coincidere con la soglia di tolleranza trofica dell'ecosistema lagunare, ridistribuita all'interno delle acque della laguna in funzione degli scambi di acqua dovuti al fenomeno dell'idrodinamismo. In Allegato 7 è riportata la metodologia di stima adottata



4.1.b *Mappa dell'eccedenza*

Elemento recettore: acque della laguna, risoluzione 1x1 km², metodologia utilizzata Bilancio chimico di Massa (metodo statico).

La fig.4.2.b illustra le zone della laguna dove il valore soglia di concentrazione di azoto nelle acque, espresso dal valore del carico critico, viene superato dall'apporto di composti dell'azoto sia di provenienza atmosferica (deposizioni) che di provenienza terrigena (sversamenti). I dati di deposizione utilizzati sono il risultato di interpolazione bilineare di dati di provenienza sperimentale (Consorzio Venezia Nuova, 1988).

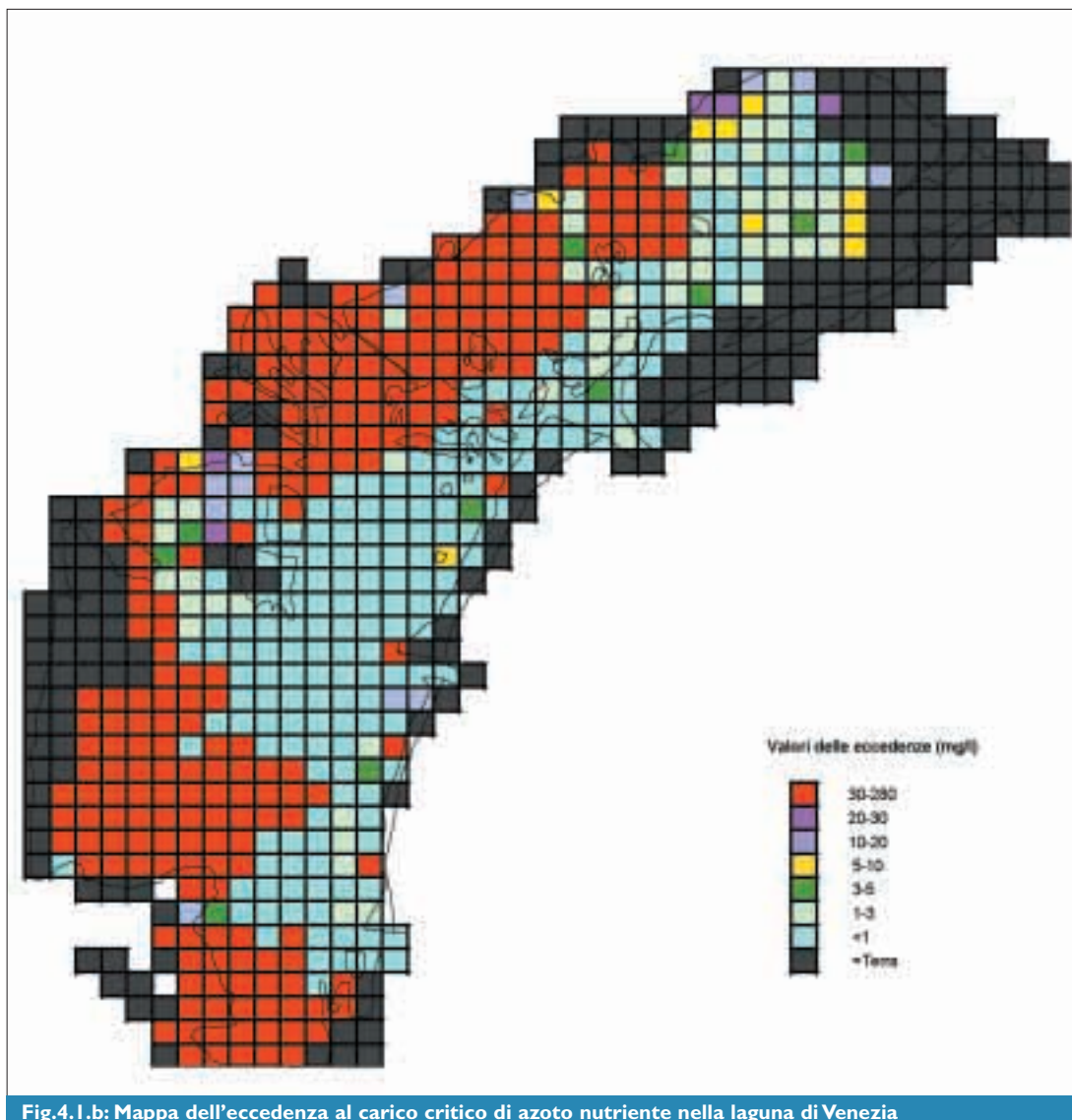


Fig.4.1.b: Mappa dell'eccedenza al carico critico di azoto nutriente nella laguna di Venezia

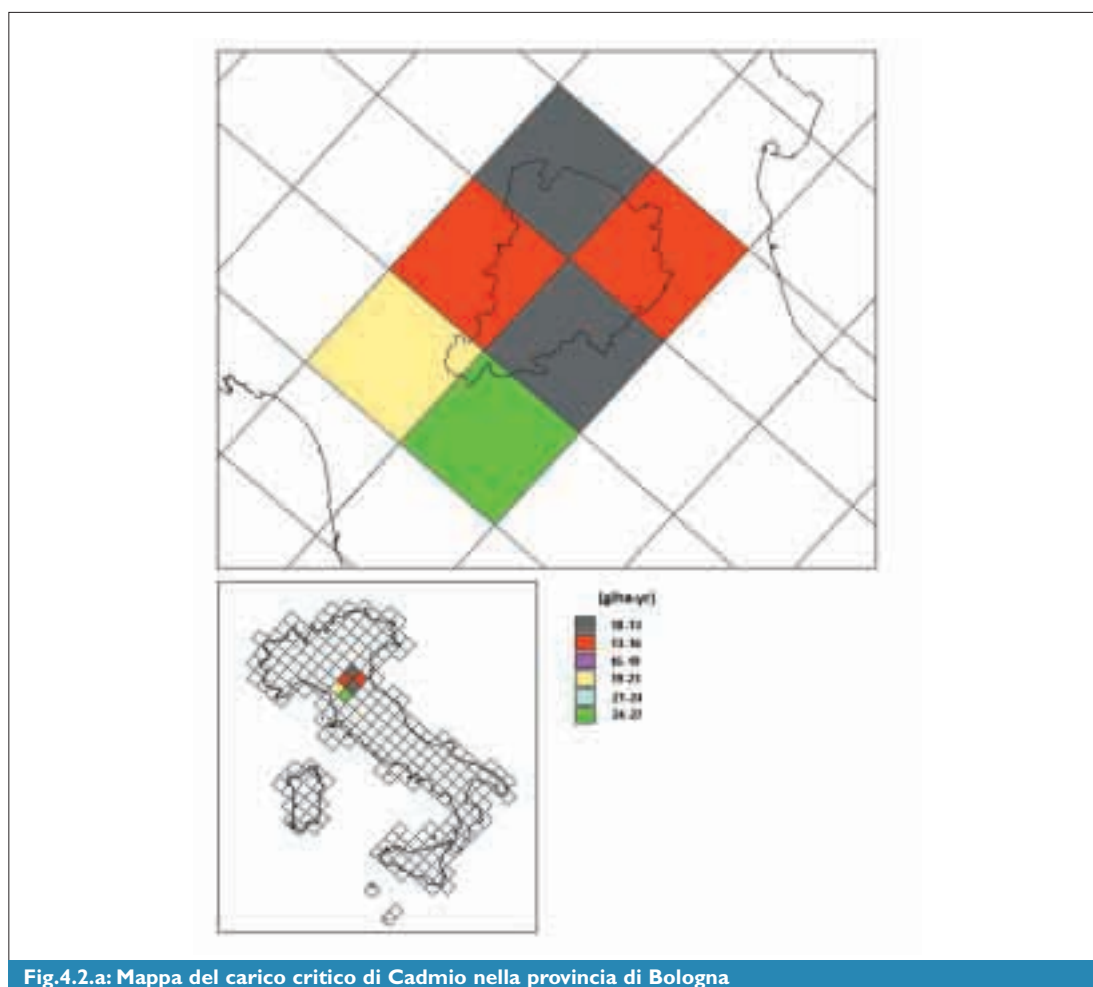
4.2 Metalli pesanti nella provincia di Bologna

Nelle figure 4.2.a, 4.2.b, 4.3.a, 4.3.b sono riportati i risultati dello studio di caso relativo alla determinazione del carico critico di cadmio e piombo per la provincia di Bologna. Si può affermare che il territorio oggetto di studio mostra una situazione accettabile per entrambi i metalli, infatti nonostante compaiano zone con sensibilità elevata, passando al confronto con le deposizioni, per il cadmio non si evidenziano superamenti alla soglia di tollerabilità, mentre solo per il piombo tale soglia risulta superata in un territorio peraltro abbastanza limitato.

4.2.a Mappa del carico critico di Cadmio

Elemento recettore: i suoli forestali e le aree agricole, risoluzione 50x50 km², metodologia Bilancio chimico di Massa (metodo statico) (Barilli et al., 1999).

Nella fig.4.2.a è riportata la mappa del carico critico di cadmio per il territorio della provincia di Bologna. La mappa illustra la sensibilità del territorio della provincia di Bologna al contenuto di cadmio delle deposizioni, espresso come grammi di cadmio per ettaro per anno. Si evidenziano sia zone con spiccata sensibilità che aree con sensibilità intermedia. In Allegato 8 è riportata la metodologia di stima adottata.



4.2.b *Mappa dell'eccedenza*

Elemento recettore: i suoli forestali e le aree agricole, risoluzione 50x50 km², metodologia: Bilancio chimico di Massa (metodo statico).

La mappa riportata in fig.4.2.b illustra le zone della provincia di Bologna dove il valore soglia, espresso dal carico critico viene superato dal contenuto di cadmio delle deposizioni.

I valori di deposizione considerati sono di provenienza sperimentale mediati su valori di tre anni (Barilli et al.1999).

Non si evidenziano superamenti al carico critico.

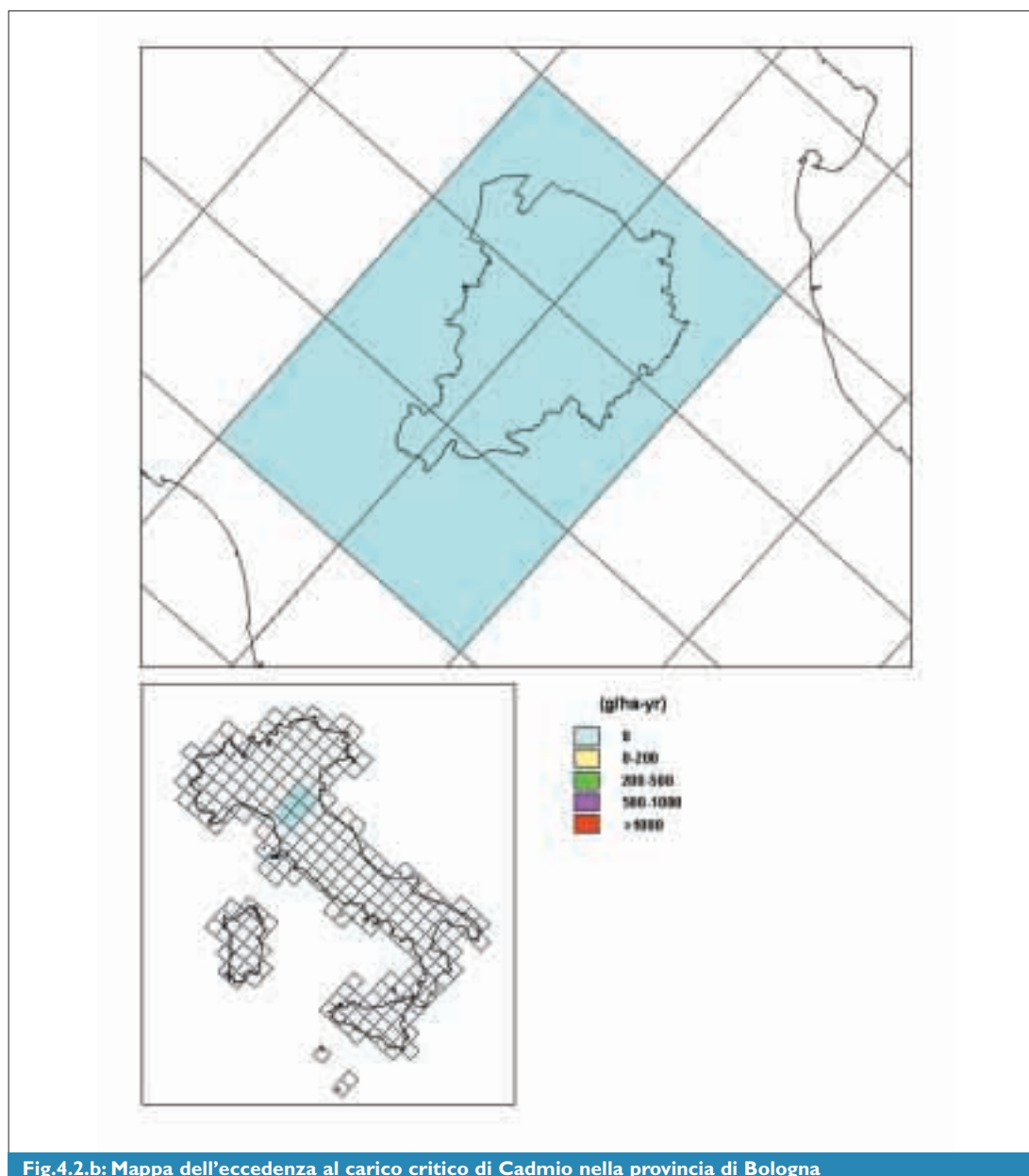


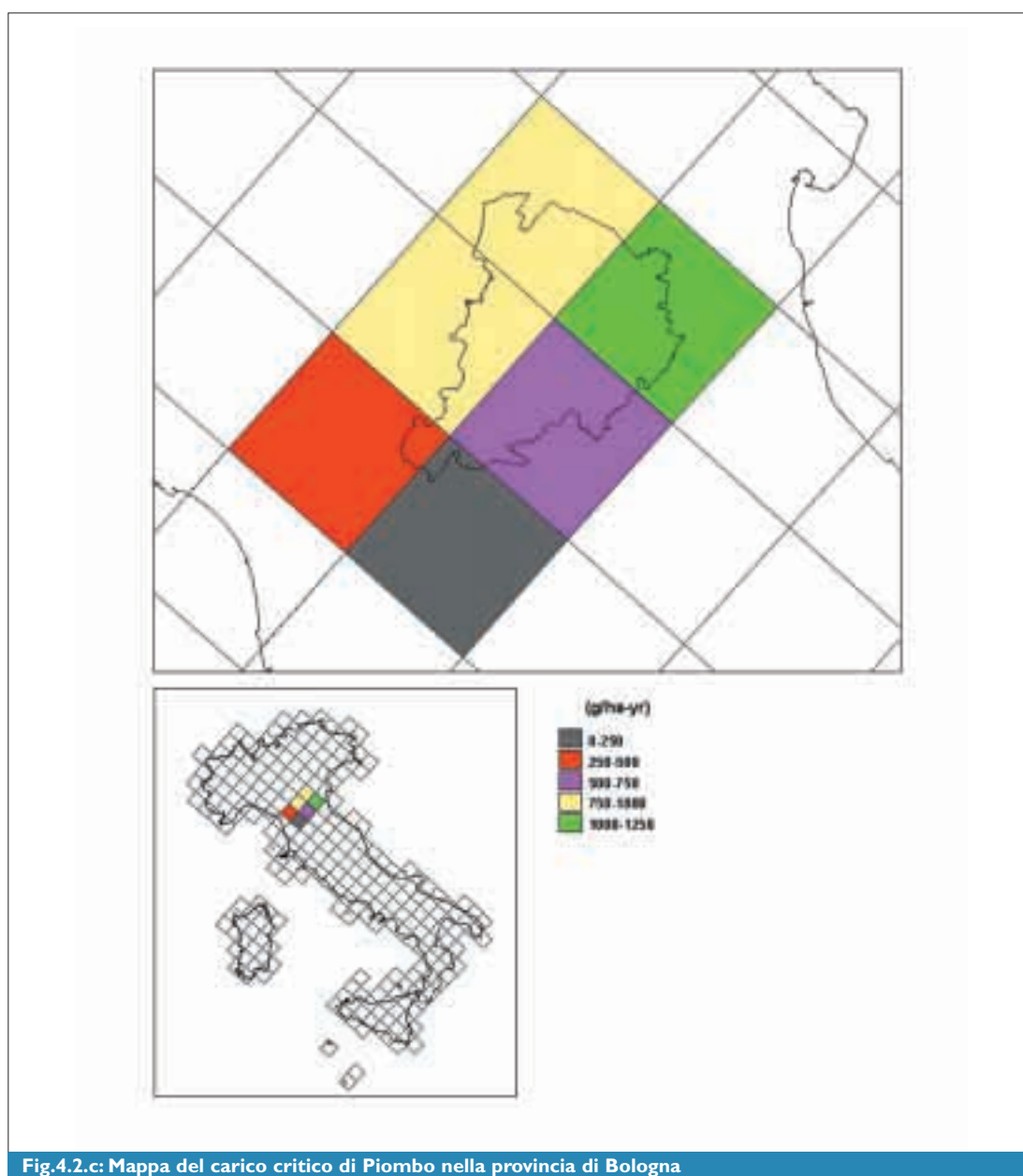
Fig.4.2.b: Mappa dell'eccedenza al carico critico di Cadmio nella provincia di Bologna

4.2.c *Mappa del carico critico di Piombo*

Elemento recettore: i suoli forestali e le aree agricole, risoluzione 50x50 km², metodologia: Bilancio chimico di Massa (metodo statico) (Barilli et al., 1999).

La mappa riportata in fig. 4.2.c illustra la sensibilità del territorio della provincia di Bologna al contenuto di Piombo delle deposizioni, espresso come grammi di Piombo per ettaro per anno; si evidenzia una piccola area di particolare sensibilità e ampie zone con sensibilità intermedia.

In Allegato 8 è riportata la metodologia di stima adottata.



4.2.d *Mappa dell'eccedenza del carico critico di Piombo*

Elemento recettore: i suoli forestali e le aree agricole, risoluzione 50x50 km², metodologia Bilancio chimico di Massa (metodo statico)

I valori di deposizione sono di origine sperimentale mediati su valori di tre anni (Barilli et al., 1999).

La mappa riportata nella fig.4.2.d illustra le zone della provincia di Bologna dove il valore soglia, espresso dal carico critico viene superato dal contenuto di Piombo delle deposizioni. Si evidenzia solo una piccola area, la stessa che mostra sensibilità più elevata dove si registra un superamento a tale soglia di tolleranza.

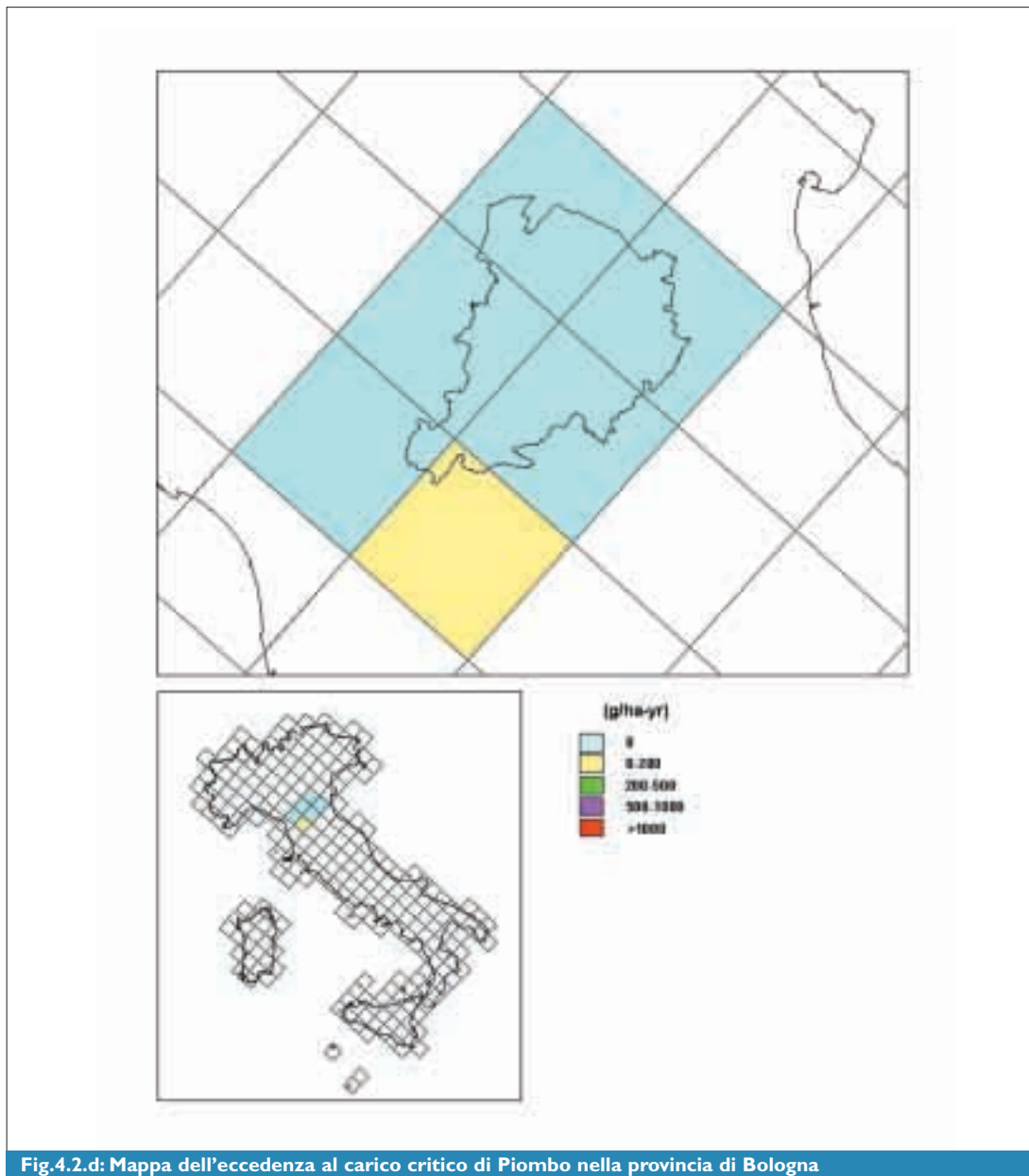


Fig.4.2.d: Mappa dell'eccedenza al carico critico di Piombo nella provincia di Bologna

Allegato I

Il percentile

Si supponga di avere, per una cella, n valori di carico critico x_i , $i=1,2,\dots,n$.

Si dispongano questi valori in ordine non decrescente:

$$x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n \cdot$$

Ad ogni valore si associ un peso c_i , $i=1,2,\dots,n$, ottenuto nel seguente modo:

$$c_i = \frac{A_i}{\sum_{j=1}^n A_j}, i = 1, 2, \dots, n \quad \text{tale che} \quad \sum_{i=1}^n c_i = 1,$$

dove A_i , $i=1,2,\dots,n$, è l'area della superficie occupata dall' i -esimo ecosistema nella cella considerata.

La *funzione di distribuzione cumulata* degli n valori di carico critico è definita da:

$$F(x) = \begin{cases} 0 & , \text{ se } x < x_1 \\ W_i & , \text{ se } x_i \leq x < x_{i+1} \quad , i = 1, \dots, n-1 \quad , \text{dove} \quad W_i = \sum_{j=1}^i c_j, i = 1, 2, \dots, n. \\ 1 & , \text{ se } x \geq x_n \end{cases}$$

$F(x)$ rappresenta la probabilità di un carico critico di essere minore o uguale della deposizione x ; di conseguenza

$$[1 - F(x)] * 100$$

esprime la percentuale di ecosistemi protetti, data la deposizione x , all'interno di una cella.

Ovviamente tutti gli ecosistemi di una cella sono protetti se la deposizione è inferiore a x_1 .

Se si vuole però assicurare comunque una sufficiente percentuale di protezione degli ecosistemi nella cella, è possibile usare un percentile (sufficientemente basso) della funzione di distribuzione cumulata.

Il q -esimo percentile della funzione di distribuzione cumulata, indicato con p_q , è quel valore di carico critico tale che:

$$F(p_q) = q \quad , \quad \text{con} \quad 0 \leq q \leq 1 \quad ,$$

ossia p_q si ottiene calcolando la funzione inversa della funzione di distribuzione cumulata nel punto q :

$$p_q = F^{-1}(q) \quad , \quad \text{con} \quad 0 \leq q \leq 1 \quad . \quad (\text{eq. 1})$$

Il problema del calcolo del q -esimo percentile è che, essendo $F(x)$ costituita da un numero finito di punti, per alcuni valori di q non esistono valori di p_q , mentre per gli n valori di q per cui esiste la funzione inversa ($q=F(x_i)$, $i=1,2,\dots,n$), il valore del percentile corrispondente non è unico, ma qualsiasi valore compreso tra x_i e x_{i+1} potrebbe essere preso.

Per risolvere questo problema è possibile calcolare il q -esimo percentile della *funzione empirica di distribuzione cumulata*. In questo caso il q -esimo percentile può assumere solo i valori che definiscono la $F(x)$, ossia:

$$P_q = \begin{cases} x_1 & , \text{ se } q < c_1 = W_1 \\ x_i & , \text{ se } W_{i-1} \leq q < W_i \quad , i = 2, 3, \dots, n-1 \quad , \text{con} \quad 0 \leq q \leq 1 \quad . \\ x_n & , \text{ se } q \geq W_{n-1} \end{cases} \quad (\text{eq. 2})$$

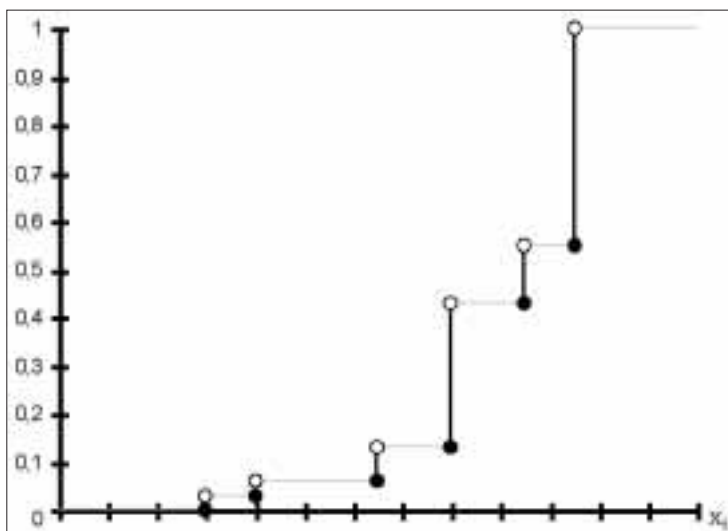


Fig. 1.1: Funzione empirica di distribuzione cumulata (es. con $n=6$)

In sede internazionale si adotta generalmente il quinto percentile della funzione empirica di distribuzione cumulata, corrispondente a $q=0,05$, che assicura la protezione di almeno il 95% degli ecosistemi dell'unità di maglia.

Allegato 2

La disaggregazione spaziale

Per l'elaborazione delle mappe dei carichi critici è stato utilizzato, come disaggregazione spaziale, il reticolo EMEP. Tale reticolo è quello che viene utilizzato dalla rete europea EMEP per rappresentare i valori di emissione in Europa, ed è composto di maglie quadrate di lato 150 km. Trattandosi di maglie quadrate, esse non coincidono con i meridiani e i paralleli, ma sono invece basate sulle cosiddette proiezioni stereografiche polari.

Nella proiezione stereografica polare ogni punto della sfera terrestre è proiettato dal Polo Sud su di un piano perpendicolare all'asse terrestre ed intersecante la Terra ad una fissata latitudine φ_0 . Di conseguenza, le coordinate (x, y) di una cella, sono ottenute da una longitudine geografica λ e da una latitudine φ (in radianti) attraverso le seguenti equazioni [Posch M. et al., 1995. Appendice A]:

$$x = x_p + M \tan\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right) \sin(\lambda - \lambda_0) \quad (\text{eq.1})$$

$$y = y_p + M \tan\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right) \cos(\lambda - \lambda_0)$$

dove (x_p, y_p) sono le coordinate del Polo Nord; λ_0 è un angolo di rotazione (es. la longitudine parallela all'asse y); M è il fattore di scala delle coordinate (x, y) .

Dalle equazioni 1, il valore della x incrementa ed il valore della y decrementa quando ci si muove in direzione dell'equatore.

Per un dato valore di M , l'ampiezza d della griglia nel piano (x, y) è data da:

$$d = \frac{R}{M} (1 + \sin \varphi_0) \quad (\text{eq.2})$$

dove R è il raggio della Terra (6370 km).

La trasformazione inversa, ossia la longitudine e la latitudine come funzione di x e di y , è data da:

$$\lambda = \lambda_0 + \arctan\left(\frac{x - x_p}{y_p - y}\right) \quad (\text{eq.3})$$

$$\varphi = \frac{\pi}{2} - 2 \arctan\left(\frac{\sqrt{(x - x_p)^2 + (y - y_p)^2}}{M}\right)$$

La maglia (i, j) è definita come un quadrato nel piano (x, y) , con lato di ampiezza d (equazione 2); il suo punto centrale è dato dalla parte intera di x e y , ossia:

$$i = \text{nint}(x) \quad j = \text{nint}(y)$$

dove nint è il più vicino intero (funzione di arrotondamento).

Di conseguenza, gli angoli della maglia hanno coordinate $(i \pm 1/2, j \pm 1/2)$.

RETICOLO EMEP 150x150 km²

Il sistema di coordinate attualmente usato per la mappatura dei carichi critici è caratterizzato da maglie quadrate di lato 150 km ed è definito dai seguenti parametri:

$$\varphi_0 = \frac{\pi}{3} = 60^\circ\text{N} \quad \lambda_0 = -32^\circ \quad (x_p, y_p) = (3,37) \quad d = 150 \text{ km}$$

RETICOLO EMEP 50x50 km²

Tutte le maglie del reticolo EMEP 150x150 km² sono state ulteriormente suddivise in nove maglie quadrate di 50 km di lato. Esse possono essere ottenute mediante l'utilizzo dei seguenti parametri:

$$\varphi_0 = \frac{\pi}{3} = 60^\circ\text{N} \quad \lambda_0 = -32^\circ \quad (x_p, y_p) = (8,110) \quad d = 50 \text{ km}$$

Conseguentemente, chiamando p e q le coordinate del reticolo EMEP 50x50 km², esse possono essere ottenute dalle coordinate x e y del reticolo EMEP 150x150 km² attraverso:

$$p = 3x - 1 \quad q = 3y - 1$$

Allegato 3

Metodologia per il calcolo del carico critico di acidità totale

Uno dei metodi maggiormente utilizzati per attribuire agli ecosistemi una classe di sensibilità nei confronti delle deposizioni acide è il Metodo di Livello Zero. Tale metodo identifica quattro *fattori* - roccia madre, tipo di suolo, uso del suolo e piovosità - che descrivono le caratteristiche dell'ecosistema considerato con riferimento alla capacità di sopportare apporti acidi senza subire danni. A ciascun fattore viene assegnato un *peso fattore* che varia da 1 a 3. Per ogni fattore, vengono individuate da 2 a 4 *categorie* alle quali è associato un *peso categoria* che può assumere valori tra 0 ed 1.

Tabella 3.1: Fattori e categorie, con i relativi pesi, considerati nel Metodo di Livello Zero

Fattore	Peso fattore	Categoria	Peso categoria
Roccia madre	2	I silicea, lenta alterazione	1
		II veloce alterazione	0
Tipo di suolo	1	I pH < 4,5	1
		II pH > 4,5	0
Uso di suolo	3	I foreste di conifere	1
		II pascoli	2/3
		III foreste di latifoglie	1/3
		IV terra arabile	0
Piovosità	1	I > 1200	1
		II < 1200	0

Fonte: Chadwick M.J., Kuylenstierna J.C.I., 1990.

All'interno di ogni unità di mappa si considera, per ogni fattore, solo la categoria percentualmente prevalente e ad ogni fattore si associa un parametro numerico ottenuto dalla moltiplicazione del *peso fattore* per il *peso categoria*. La somma dei quattro parametri così ricavati fornisce un numero intero (*q*) compreso tra zero e sette. A ciascuno di questi numeri corrisponde una classe di sensibilità e ad ogni classe corrisponde a sua volta un intervallo di valori di carico critico di acidità totale.

Tabella 3.2: Corrispondenza tra i valori ricavati dalla somma dei quattro parametri, le classi di sensibilità e gli intervalli di valori di carico critico di acidità totale

Valore ricavato dalla somma dei quattro parametri	Classe di sensibilità	Carichi critici di acidità totale in eq. H ⁺ ha ⁻¹ anno ⁻¹
0	1	> 2.000
1	2	1.000 - 2.000
2-3	3	500 - 1.000
4-5	4	200 - 500
6-7	5	0 - 200

Fonte: Hettelingh J.-P. et al., 1991.

La metodologia di Livello Zero assegna, all'interno di ogni maglia, per ognuno dei quattro fattori, un'unica categoria (quella percentualmente prevalente) a cui è associato il relativo *peso categoria*. Ciò implica che vengano trascurati i contributi dovuti alla presenza di percentuali di territorio con caratteristiche diverse da quelle dominanti.

Invece, nell'applicazione di tale metodo all'Italia, il cui territorio è caratterizzato da una forte eterogeneità, (Bonanni P. et al., 1999), proprio per considerare, per ogni fattore, tutte le categorie presenti nell'unità di mappa, la metodologia di Livello Zero è stata parzialmente modi-

ficata, pervenendo al metodo denominato di *Livello Zero Modificato*, di seguito descritto. Per ogni cella si calcola sia la percentuale occupata dalla superficie territoriale nazionale (escludendo quindi la percentuale di cella occupata da acque costiere, acque interne e territorio straniero), sia la percentuale di territorio nazionale caratterizzato da ogni categoria per ciascuno dei quattro fattori. In questo modo si conserva la memoria di ogni categoria presente e quindi viene rispettata la disomogeneità del territorio italiano, cosa che con la metodologia originaria veniva persa.

Ad ogni fattore si associa un parametro numerico ottenuto dalla moltiplicazione del *peso fattore* per la combinazione lineare tra ogni *peso categoria* e la percentuale di superficie territoriale nazionale caratterizzata da quella categoria. La somma dei quattro parametri numerici così ricavati fornisce un numero che può assumere tutti i valori, anche decimali (a differenza di quanto previsto nel Livello Zero originario), compresi fra zero e sette.

Ciò comporta, dal punto di vista metodologico, una variazione della corrispondenza tra il numero ricavato come somma dei quattro parametri e le classi di sensibilità. La tabella 3.3, nella quale si è indicato con *p* il numero ottenuto dalla somma dei quattro parametri, riporta la corrispondenza tra *p* e le classi di sensibilità.

Tabella 3.3: Corrispondenza tra i valori ricavati dalla somma dei quattro parametri numerici, le classi di sensibilità e gli intervalli di valori di carico critico

Valore ricavato dalla somma dei quattro parametri	Classe di sensibilità	Intervallo di valori di carichi critici di acidità totale in eq. H ⁺ ha ⁻¹ anno ⁻¹
$0 \leq p < 0,5$	1	> 2.000
$0,5 \leq p < 1,5$	2	1.000 - 2.000
$1,5 \leq p < 3,5$	3	500 - 1.000
$3,5 \leq p < 5,5$	4	200 - 500
$5,5 \leq p < 7$	5	0 - 200

Fonte: Bonanni P., 1999.

In figura 3.1 è riportato il confronto della corrispondenza tra *p* e le classi di sensibilità nei due metodi di Livello Zero, quello originario e quello modificato per meglio adeguarsi alla eterogeneità del territorio italiano:

<u>Metodo di Livello Zero</u>	
<i>p</i>	0 1 2 3 4 5 6 7
classe di sensibilità	1 2 3 3 4 4 5 5
<u>Metodo di Livello Zero Modificato</u>	
<i>p</i>	0 0,5 1,5 3,5 5,5 7
classe di sensibilità	1 2 3 4 5

Fig. 3.1 Confronto della corrispondenza tra *p* e le classi di sensibilità nei due metodi di Livello Zero, quello originario e quello modificato.

Allegato 4

Metodologia per il calcolo del carico critico di Zolfo

Per la valutazione del contributo dei composti dello zolfo al carico critico di acidità totale, indicato con il termine carico critico di zolfo, per ogni maglia del reticolato è stata calcolata la massima deposizione di zolfo, posta uguale a zero quella di azoto, che non causi eccedenza al carico critico di acidità totale mediante la seguente equazione (Downing R. J., et al. 1993):

$$CL(S) = CL(A) + Bcdep - Bcu$$

CL(S) = carico critico di zolfo ($\text{mol}_c \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$)

CL(A) = carico critico di acidità totale ($\text{mol}_c \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$)

Bcdep = deposizione dei cationi basici ($\text{mol}_c \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$)

Bcu = rimozione netta di cationi basici dalla biomassa vegetale e animale ($\text{mol}_c \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$)

In parole povere la quantità massima di zolfo che può depositarsi al suolo senza causare danno (posta a zero la deposizione di composti dell'azoto), risulta pari al carico critico di acidità totale aumentato della quantità netta di cationi basici presenti nel suolo (quelli che per le loro caratteristiche chimiche aumentano la capacità tampone del suolo), quest'ultima rappresentata dalla differenza tra i cationi basici che si arrivano al suolo con le deposizioni (Bcdep) e quelli che vengono assorbiti dalla biomassa vegetale e animale (Bcu).

Allegato 5

Metodologia per il calcolo del carico critico di azoto acidificante

Per la valutazione del contributo dei composti dell'azoto al carico critico di acidità totale, indicato con il termine carico critico di azoto acidificante, per ogni maglia del reticolato è stata calcolata la massima deposizione di azoto, posta uguale a zero quella di zolfo, che non causi eccedenza al carico critico di acidità mediante la seguente equazione (Downing R. J., et al. 1993):

$$CL(N)_{ac} = Nu + Ni + CL(S)$$

$CL(N)_{ac}$ = carico critico di azoto acidificante ($\text{mol}_c \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$)

Nu = azoto rimosso dalla biomassa vegetale e animale ($\text{mol}_c \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$)

Ni = livello di azoto immobilizzato nel suolo ($\text{mol}_c \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$).

In parole povere la quantità massima di azoto che può pervenire al suolo con le deposizioni atmosferiche senza causare danni per il suo effetto acidificante, ponendo a zero il contributo dello zolfo (che equivale al carico critico di zolfo $CL(S)$ già citato), sarà pari alla quantità di azoto che viene catturato dall'humus del terreno (indicato come Ni) più la quantità di azoto che viene sottratto dalle specie vegetali e animali per la loro crescita (indicato come Nu).

Allegato 6

Metodologia per il calcolo del carico critico di azoto nutriente

La metodologia seguita è quella del Bilancio chimico di Massa SMB (UBA 1996) applicato ai soli ecosistemi terrestri.

La metodologia si basa su un'equazione che, all'equilibrio, bilancia tutti gli input di azoto al sistema con gli output dello stesso dal sistema:

$$CL_{nut}(N) = N_i + N_u + N_{de} + N_{fire} + N_{vol} + N_{le} - N_{fix}$$

dove:

$CL_{nut}(N)$ = carico critico per l'azoto considerato come nutriente espresso in $mol_c ha^{-1} anno^{-1}$

N_i = azoto immobilizzato nell'humus del suolo ($mol_c ha^{-1} anno^{-1}$).

N_u = rimozione di azoto dal sistema nella biomassa vegetale e animale ($mol_c ha^{-1} anno^{-1}$).

N_{de} = perdita di azoto attraverso il fenomeno della denitrificazione ($mol_c ha^{-1} anno^{-1}$).

N_{fire} = perdite di azoto attraverso gli incendi. Tali perdite includono sia perdite gassose che perdite dovute ad aumento dei fenomeni di percolazione ed erosione ($mol_c ha^{-1} anno^{-1}$).

N_{vol} = perdita di azoto attraverso il fenomeno della volatilizzazione di ammonio (NH_4^+) ($mol_c ha^{-1} anno^{-1}$), importante soprattutto nei suoli calcarei.

N_{le} = quantità di azoto percolato (leaching), sotto forma di azoto organico disciolto e sotto forma di azoto inorganico (NO_3^-), dalla base della zona radicale, tale che non si verifichino nella vegetazione e nel suolo mutamenti negativi ($mol_c ha^{-1} anno^{-1}$).

N_{fix} = fissazione di azoto atmosferico ($mol_c ha^{-1} anno^{-1}$)

I parametri sono stati assegnati ad ognuno degli ecosistemi terrestri presente proporzionalmente alla superficie occupata da ognuno di essi, in ogni maglia del grigliato $50 \times 50 km^2$ tra tutti i valori previsti dalla metodologia SMB in base a quelli suggeriti nella tabella 6.1.

Tabella 6.1: Valori di default per i parametri da utilizzare per il calcolo del carico critico di azoto nutriente con il metodo SSMB, per alcuni degli ecosistemi terrestri ($kg N ha^{-1} anno^{-1}$)

Ecosistema	N _{le}	N _i	N _u (1)	N _{de} (2)	N _{fix}	N _{fire}	N _{vol}	CL _{nut} (N)
Criteri per la scelta dell'intervallo	surplus di acqua basso-alto	clima caldo-freddo	crescita vegetativa ⁽³⁾ (4); bassa-alta	umidità del suolo secco-umido	clima secco-umido	frequenza bassa-alta		intervallo possibile
Tundra	0-3	1-4	0-2	0-1	0,5 (<1)	0	0	4
Foresta boreale	2-4	1-4 (5)	0?; 1-7	0-1	0-2	0-1	0	3-10
Conifere temperate	1-4	1-3	0?; 2-10	0-4 (6)	0-2	0-1	<0,5	4-20
Decidue temperate	1-?	1-3	0?; 0,5-15	0-4	1 (1-3) (7)	0	0	2-27
Foresta mediterranea	0,5-1	<1	0?; 3-5	<1	<0,5	1-5	?	2+?-12+?
Pascoli acidi	1-3	0,5-2	0,5-1 (8)	0,5-2	<1	0-1	0	2-8

(1) rimozione da parte della biomassa animale e vegetale

(2) non viene inclusa la fissazione simbiotica

(3) rimozione come biomassa animale extra 0-0.5

(4) sistemi non trattati (riserve naturali) senza rimozione di biomassa

(5) qualcuno potrebbe essere più elevato (es. la taiga)

(6) valori elevati per i suoli con elevato pH

(7) sistemi ricchi di epifite

(8) pecore e altri animali da pascolo

Fonte: Hornung M. et al., 1995.

Allegato 7

Metodologia per il Calcolo del carico critico di Azoto nutriente di origine atmosferica della laguna di Venezia

La laguna di Venezia è stata suddivisa in 712 celle di 1 km² ciascuna di cui 516 ricoperte d'acqua e 196 di terraferma.

Il metodo applicato per la determinazione del carico critico è un metodo statico nella versione per gli ecosistemi marini. Viene detto metodo SMB (Steady State Mass Balance) in quanto è un semplice bilancio chimico di massa tra gli apporti di azoto nutriente (esogeni ed endogeni) ed un valore soglia superato il quale si potrebbero creare le condizioni idonee ad una eccessiva proliferazione algale.

Tale metodo è già stato applicato nel 1994 da alcuni ricercatori dell'Università di Chimica Ambientale in Svezia per il calcolo del carico critico di azoto nutriente nel golfo e nel mare di Botnia (Sverdrup A., 1995).

L'equazione utilizzata è la seguente:

$$CL(N) = N_{crit} - [N_{crit}(Q)_{output} - N_{crit(circ)}(Q)_{input} + NSed] - NL$$

CL(N) = valore del carico critico (espresso come concentrazione risultante di azoto nelle acque) Tale valore rappresenterà l'aumento di concentrazione di azoto nutriente, dovuto agli apporti atmosferici, che la cella potrà sopportare senza superare il valore della soglia di tolleranza trofica.

N_{crit} = valore soglia di azoto nutriente tale da non provocare l'insorgenza di fenomeni eutrofici (0.030 mg/l).

NL = carico di azoto nutriente di origine terrestre (espresso come concentrazione risultante di azoto nelle acque)

Q_{input} = flusso d'acqua entrante in una cella

Q_{output} = flusso d'acqua uscente da una cella

NSed = flusso netto di azoto nutriente dai sedimenti in una cella (espresso come concentrazione risultante di azoto nelle acque)

Allegato 8

Metodologia per il calcolo del carico critico per i metalli pesanti

L'equazione di bilancio di massa per la determinazione del carico critico dei metalli pesanti nel suolo (CC_{MP}) tiene conto del bilancio tra le diverse forme di utilizzo del metallo da parte dell'ecosistema suolo (Barilli L., et al, 1999):

$$CC_{MP} = MP_{rim} + MP_{lisc} + MP_{acc}$$

dove:

CC_{MP} = carico critico (g/ha anno)

MP_{rim} = rimozione dal suolo dei metalli da parte della copertura vegetale (forestale ed agricola) (g/ha anno)

MP_{lisc} = lisciviazione dei metalli dovuta al dilavamento totale per opera delle acque superficiali (g/ha anno)

MP_{acc} = carico di metallo ammissibile nel suolo (g/ha anno)

MP_{rim} , viene calcolato con modalità differenti per i suoli agricoli e i suoli forestali

Suoli agricoli:

$$MP_{rim} = \frac{\sum \text{area} \times \text{resa} \times C_{piante}}{\sum \text{area}}$$

dove:

Σ = la sommatoria estesa a tutte le superfici coltivate con diverse tipologie vegetali

area = superficie (ha) di produzione per singola tipologia vegetale coltivata;

resa = produzione annuale per unità di superficie delle tipologie vegetali coltivate (q/ha);

C_{piante} = concentrazione dei metalli pesanti nella specie vegetale considerata (mg/kg).

Suoli forestali:

$$MP_{rim} = \frac{\text{utilizzazione} \times C_{tronco}}{\text{area}}$$

utilizzazione = rappresenta la quantità di specie forestale che viene prodotta annualmente ($m^3/anno$)

C_{tronco} = concentrazione di metallo nel tronco della particolare specie forestale (mg/m^3);

area = superficie occupata dalle specie forestali (ha).

¹ viene presa in considerazione solo la concentrazione di metallo nel tronco perché il tronco è la parte dell'albero che viene effettivamente raccolta, mentre le foglie e la lettiera ritornano nel suolo forestale.

Appendice A

Corrispondenza tra le 54 voci di tipologie vegetali previste dalla Carta della vegetazione reale d'Italia” in scala 1:1.000.000 (Ministero dell’Ambiente 1992) e le 4 previste dalla metodologia per la stima del carico critico di acidità totale, di zolfo e di azoto acidificante

Viene riportata in tabella A.1 la corrispondenza tra le 54 tipologie vegetazionali previste dalla “Carta delle vegetazione reale d'Italia” (Ministero dell’Ambiente 1992) (tabella A.2) e le 4 tipologie previste dalla metodologia per il calcolo del carico critico di acidità totale, per il calcolo del carico critico di zolfo e per il calcolo del carico critico di azoto acidificante.

Tabella A.1: Corrispondenza tra i 54 fitotipi della “Carta della vegetazione reale d'Italia” e le 4 classi previste dalla metodologia in uso

	Ecosistemi	Fitotipi
1	Foreste di conifere	7-8-9-10-20-24-33-34-35
2	Pascoli	11-12-13-14-15-16-37-38-39-40-41-42-43-44-45
3	Foresta di latifoglie	1-2-3-4-5-6-17-18-19-21-22-23-25-26-27-28-29-30-31-32-36-46-47
4	Terra arabile	48-49-50-51-52-53-54

Appendice B

Corrispondenza tra le 54 voci di tipologie vegetali previste dalla “Carta della vegetazione reale d’Italia” in scala 1:1.000.000 (Ministero dell’Ambiente 1992) e le 7 previste dalla metodologia di stima del calcolo del carico critico di azoto eutrofizzante

Viene riportata in tabella B.1 la corrispondenza tra le 54 tipologie vegetazionali previste dalla “Carta della vegetazione reale d’Italia” riportate in tabella A.2 (Ministero dell’Ambiente 1992) e le 7 tipologie previste dalla metodologia per il calcolo del carico critico di azoto nutriente.

Tabella B.1 Corrispondenza tra i 54 fitotipi della “Carta della vegetazione reale d’Italia” e le 7 classi previste dalla metodologia in uso

	Ecosistemi	Fitotipi
1	Tundra (principalmente praterie basofile di alta quota)	11-37
2	Foresta boreale	7-8-9-10-34
3	Conifere temperate	20-24-33
4	Decidue temperate	1-2-3-4-5-6-21-22-23-27-28-29-30-31-32-46-47
5	Foresta mediterranea	17-18-19-25-26
6	Pascoli acidi	12-13-14-15-16-38
7	Altro (brughiere, arbusteti montani, praterie basofile di bassa quota, vegetazione azonale)	35-36-39-40-41-42-43-44-45-48-49-50-51-52-53-54

Bibliografia

Barilli L., Bonanni P., Olivieri P., Scifo A., 1999. *I metalli pesanti nelle deposizioni atmosferiche. Approccio al calcolo dei carichi critici*. ENEA Informazioni luglio 1999.

Bonanni P., Brini S., Delmonaco G., Liburdi R., Trocciola A., Vetrella G., 1999. *Mappa dei carichi critici di acidità totale riferita al territorio italiano*, Rapporto tecnico ENEA

Chadwick M.J., Kuylenstierna J.C.I., 1990. *The relative sensitivity of ecosystems in Europe to acid depositions*. Stockholm Environment Institute, Stockholm, Sweden.

Cirillo M.C., 1998. *Acidificazione, eutrofizzazione e smog fotochimico*. ENEA Informazioni gennaio 1998

Consorzio Venezia Nuova, 1988. *Integrazione degli elementi conoscitivi relativi agli apporti inquinanti in laguna*. Studio 1.3.3, Parte V: Apporti dall'atmosfera. Esecuzione: ENEA

Downing R.J., Hettelingh J.-P., de Smet P.A.M. (eds.), 1993. *Calculation and Mapping of Critical Loads in Europe: CCE Status Report 1993*. National Institute of Public Health and Environment. Rep. N° 259101003. Bilthoven, Netherlands

Fuhrer J., 1996. "The critical level for effects of ozone on crops, and the transfer to mapping". In: Kärenlampi L., Skärby L. (eds.), 1996, *Proceedings of Workshop on Critical levels for Ozone in Europe: Testing and Finalising the Concepts*, Kuopio, Finland, 15-17 April 1996. University of Kuopio, Dept. of Ecology and Environmental Science.

Fuhrer J., Achermann B., 1994. *Critical Levels for Ozone. a UN-ECE workshop report*. Schriftenreihe der FAC n. 16. Bern, Switzerland, 1-4 November 1993.

Hettelingh J.-P., de Vries W., 1990. *Mapping Vademecum*. National Institute of Public and Health and Environment Protection, Co-ordination Center West Bilthoven. The Winand Staring Center for Integrated Land, Soil and Water research, Wageningen. The Netherlands, 31 July 1990.

Hettelingh J.-P., Downing R.J., de Smet P.A.M. (eds.), 1991. *Mapping Critical Loads for Europe*. CCE Technical Report N. 1, RIVM Report N. 259101001. National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM), Bilthoven, The Netherlands.

Hornung M., Sutton M.A., Wilson R.B., 1995. *Mapping and modelling of critical loads for nitrogen - a workshop report*. Proceedings of the Grange-Over-Sands Workshop, 24-26 October 1994. Institute of Terrestrial Ecology, Penicuik, UK.

Istat. *Annali di statistiche forestali*. Tavole delle utilizzazioni legnose forestali per tipo di bosco e provincia. Anni 1989-1993.

Ministero dei Lavori Pubblici – a *Carta della precipitazione media annua in Italia per il trentennio 1921-1950. Scala 1:1.000.000*. Consiglio Superiore Servizio Idrografico. Pubblicazione 24 del Servizio - Fascicolo XIV.

Ministero dei Lavori Pubblici - b. *Carta delle temperature medie annue vere in Italia trentennio 1926-1955. Scala 1:1.000.000*. Consiglio Superiore Servizio Idrografico.

Ministero dell'Ambiente, 1992. *Relazione sullo stato dell'ambiente*. CARTA DELLA VEGETAZIONE REA-

LE D'ITALIA. Scala 1:1.000.000. Servizio valutazione impatto ambientale, informazione ai cittadini e per la relazione sullo stato dell'ambiente. Roma.

Ministero delle risorse agricole, alimentari e forestali, 1985. *Inventario Forestale Nazionale* - IFN. Istituto sperimentale per l'asestamento forestale e l'alpicoltura, Trento, 1985.

Ministero delle risorse agricole, alimentari e forestali, 1995. Corpo Forestale dello Stato. Servizio antincendi boschivo. *Gli incendi boschivi nell'anno 1994*. Marzo 1995

Petriccione B., 1995 Corpo forestale dello Stato. Comunicazione personale

Pleijel H., 1996. "Statistical aspects of critical levels for ozone based on yield reduction in crops". In: Kärenlampi L., Skärby L. (eds.), 1996, *Proceedings of Workshop on Critical levels for Ozone in Europe: Testing and Finalising the Concepts*, Kuopio, Finland, 15-17 April 1996. University of Kuopio, Dept. of Ecology and Environmental Science.

Posch M., de Smet P.A.M., Hettelingh J.-P., Downing R.J. (eds.), 1995. *Calculation and Mapping of Critical Thresholds in Europe: CCE Status Report 1995*. RIVM Report N. 259101004. National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM), Bilthoven, The Netherlands.

Sverdrup a., 1995. *Critical loads of nitrogen for marine ecosystem: suggestin and applying a simple method to the Bothnian sea*. In :Mapping and modelling of critical loads for nitrogen. A workshop report; 24-26 october, 1994

Sverdrup H., P. Warfvinge, 1995. *Critical Loads of acidity to Swedish forest soils*. Reports in ecology and environmental engineering. Lund University

Tavernier R., Louis A., 1992. *Soil map of the European Communities. Scala 1:1.000.000*. EC, Commission of the European Communities D.G.VI. Land resource Evaluation Expert Sub-Group. Office for Official Publications of the European Communities L-2895, Luxembourg (ISBN 92-825-4220-3, Catalogue N°. CD-40-84-092-EN-C).

UBA, 1996. Manual on Methodologies and Criteria for MAPPING CRITICAL LEVELS/LOADS and geographical areas where they are exceeded. UN/ECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. Federal Environmental Agency, Texte UmweltBundesAmt 71/96, Berlin.
UN/ECE, 1988. Final Draft Report of the Critical Levels Workshop, Bad Harzburg, Germany, 14-18 March 1988.

Vetrella G., 1998, *Valutazione dei database disponibili presso ENEA e ENEL, integrazione dei database con nuove informazioni per il territorio italiano e elaborazione dati*. Relazione tecnica del lavoro svolto nell'ambito dell'incarico ENEL prot.2089 DG/RG del 18 maggio 1998.

Vetrella G., 1998 *Valutazione delle più recenti metodiche di calcolo dei carichi e dei livelli critici*. Relazione tecnica del lavoro svolto nell'ambito dell'incarico ENEL prot.2089 DG/RG del 18 maggio 1998

Vialetto G., 1997. *Le Convenzioni internazionali per il controllo dell'inquinamento atmosferico transfrontaliero*. IA Ingegneria Ambientale, vol. XXVI, n. 6..

