

## La combustione domestica della biomassa nel continente africano



### Introduzione

Circa la metà della popolazione mondiale usa combustibili derivanti dalla biomassa sia per cucinare che per illuminare e riscaldare le abitazioni. Le fonti di energia disponibili sono costituite da legna per uso combustibile, residui agricoli (ad es. pannocchie di mais o paglia di riso), carbone vegetale o letame di mucca. Il ricorso a questi particolari tipi di combustibili comporta conseguenze per la popolazione e l'ambiente:



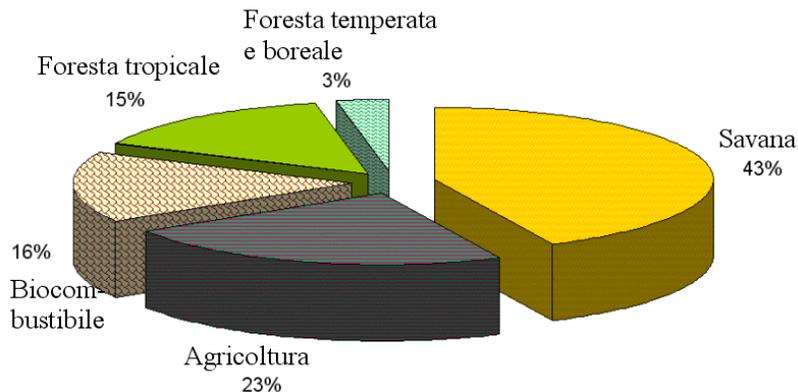
1. I fuochi domestici comportano numerose conseguenze sia per la popolazione che per l'ambiente: rischi per la salute derivanti dal fumo - deforestazione causata dal disboscamento - emissioni prodotte dai fuochi

In molti casi il fornello utilizzato per la cottura dei cibi è posizionato all'interno della capanna e, in seguito alla scarsa ventilazione, i gas tossici come il monossido di carbonio (CO), l'ossido di azoto (NO) e le particelle di polvere rilasciati nell'aria possono creare *rischi per la salute*. In alcuni casi, benché la natura fornisca già una grande quantità di legno morto che viene raccolto dal terreno, la raccolta di legna da ardere e la produzione di carbone vegetale vengono associati al fenomeno della *deforestazione*. La conversione delle aree boschive in campi adibiti alla coltivazione, il cosiddetto cambiamento d'uso del suolo, e il disboscamento ad opera dell'industria del legname sono responsabili di un tasso di deforestazione molto più elevato rispetto alla produzione di legna per uso combustibile o carbone vegetale. Infine, i fuochi domestici contribuiscono in modo significativo alle *emissioni* di numerosi gas tra i quali spiccano in particolar modo il monossido di carbonio, il biossido di carbonio e gli ossidi di azoto.



I focolari domestici presenti nelle abitazioni africane variano per struttura e livello di sviluppo tecnico. Nella maggior parte dei casi, la legna da ardere è il combustibile più diffuso. Foto: vedi la sezione Ringraziamenti

Contributo alla combustione della biomassa



3. Il contributo fornito dal biocombustibile e da altre categorie di fuochi alla combustione della biomassa totale. Stime sulla combustione della biomassa a livello globale espressa in %. (Andreae, 1991)

Secondo stime poco accurate, le emissioni annuali derivanti dai fuochi domestici si attesterebbero al 17 % (1500 Tg CO<sub>2</sub>-C), 13% (140 Tg CO-C) e 6% (2,5 Tg NO-N)\* rispetto alle emissioni globali complessive rispettivamente per i tre gas riportati in parentesi. Tuttavia, è necessario sottolineare che la maggior parte del biossido di carbonio proviene da fonti rinnovabili\*\*. Ciò si verifica al 100% nella combustione dei residui agricoli e del letame animale, spesso nella combustione del legno ma non nella deforestazione a cui non fa seguito un'adeguata ricrescita forestale.

\* La notazione CO<sub>2</sub>-C esprime solo il contenuto di carbonio del biossido di carbonio. Ogni molecola di CO<sub>2</sub> ha 44 unità di massa di cui 12 costituite da carbonio e 32 da ossigeno. Una massa di 1500 Tg CO<sub>2</sub>-C, pertanto, corrisponde ad una massa di 5500 Tg di biossido di carbonio. \*\* Per risorse rinnovabili si intendono le emissioni di biossido di carbonio rilasciate nell'aria dalla combustione o da altri tipi di decomposizione delle piante morte. Tuttavia, se la ricrescita delle stesse piante avviene nello stesso luogo durante gli anni a seguire, esse assorbiranno la stessa quantità di biossido di carbonio dall'aria per la propria crescita. Il budget netto a lungo termine è all'incirca pari a zero.



### Gli studi in Africa

Tra il 1995 e il 1999 i ricercatori hanno visitato le abitazioni di alcuni paesi africani quali il Kenya e lo Zimbabwe per tentare di ricostruire una panoramica delle attività più tradizionali. Grazie al loro lavoro siamo in grado di disporre non solo di un quadro complessivo sull'elevato (o ridotto) consumo di energia delle abitazioni africane ma anche di un affresco sui diversi aspetti della vita quotidiana.

Nelle regioni rurali, prive di energia elettrica, la legna da ardere costituisce la principale fonte di energia disponibile. Nelle abitazioni cittadine l'energia elettrica è spesso presente e l'approvvigionamento energetico risulta più sicuro grazie alla combustione di altri combustibili come il cherosene. Tuttavia, l'energia elettrica viene utilizzata esclusivamente per l'illuminazione e il ricorso al cherosene è preso in considerazione solo quando non sono disponibili altre fonti alternative poiché entrambe le risorse risultano inaccessibili per il cittadino medio indigente.

Il cherosene e il gas liquido rappresentano fonti di energia più moderne e pulite. Che cosa ne pensano le popolazioni locali e perché ne fanno scarso uso?

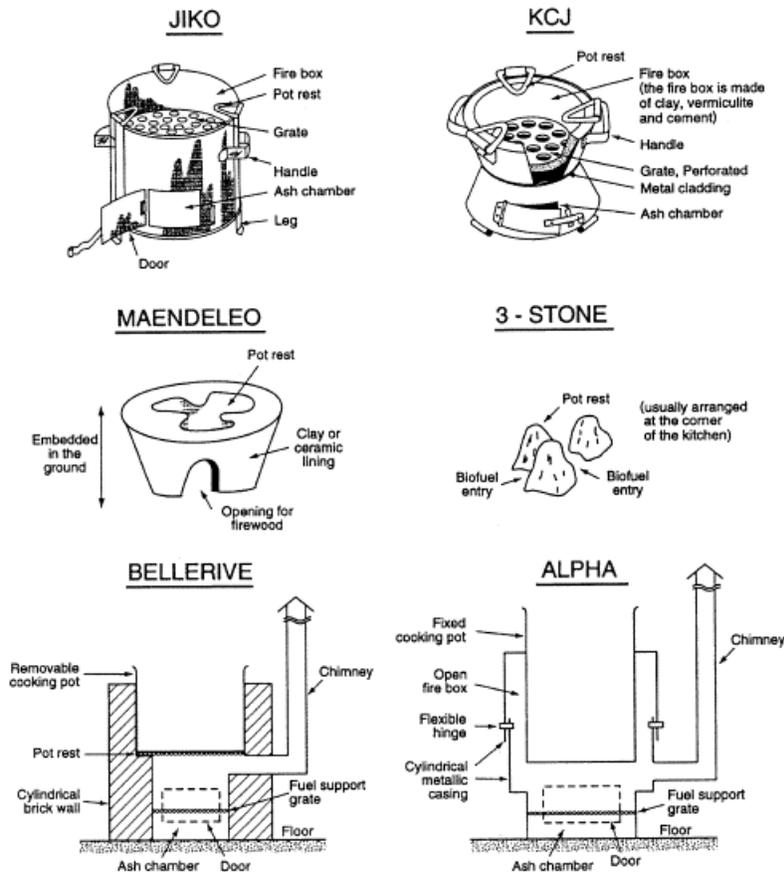


Fig. 1. The most popular biofuel stoves of Kenya.

4. La figura mostra alcuni tra i più diffusi focolari utilizzati in Kenia, passando da dispositivi più tradizionali (JIKO, a tre pietre, Alpha) a dispositivi più sofisticati (KJC, Maendeleo, Bellerive). Il progresso comporta, in genere, un utilizzo più efficiente dell'energia ma non sempre migliori condizioni per gli utenti. Se la casa non dispone di un camino, la versione a tre pietre, ad esempio, è migliore rispetto ai focolari chiusi in quanto le emissioni di CO e i rischi per la salute sono inferiori. Fonte: Kituyi et al., Carbon monoxide and nitric oxide from biofuel fires in Kenya, 2000 (Monossido di carbonio e ossido nitrico emessi da fuochi di biocombustibile in Kenia, 2000).



5. Il focolare a tre pietre rappresenta il sistema di cottura più semplice ma non la peggiore opzione per una capanna priva di camino

Le opinioni della popolazione locale su cherosene e gas liquido:

- sono troppo cari
- sono difficilmente reperibili nelle aree rurali
- richiedono un capitale iniziale per l'acquisto di un fornello
- non possono essere utilizzati contemporaneamente per scopi diversi (riscaldamento, cottura, illuminazione)



## Analisi del consumo di legna per uso combustibile

Quali sono le informazioni necessarie per valutare il consumo di legna per uso combustibile in un paese come il Kenya e lo Zimbabwe? Di seguito vengono riportate alcune domande chiave:

- Quali tipi di focolare vengono più comunemente utilizzati e quali sono le caratteristiche di queste emissioni?

Nella fig. 4 riportata sopra è possibile consultare alcuni esempi dei diversi tipi di focolare utilizzati.

- Quanta legna da ardere viene raccolta da una famiglia media?

La pesatura della legna viene eseguita in numerose abitazioni private (foto riportata a destra).



6. La pesatura della legna da ardere;  
Fonte: vedi la sezione Ringraziamenti

- Quante fonti di energia alternative vengono utilizzate? Ad esempio, i residui agricoli come le pannocchie di mais od altre fonti di energia come il carbone vegetale.

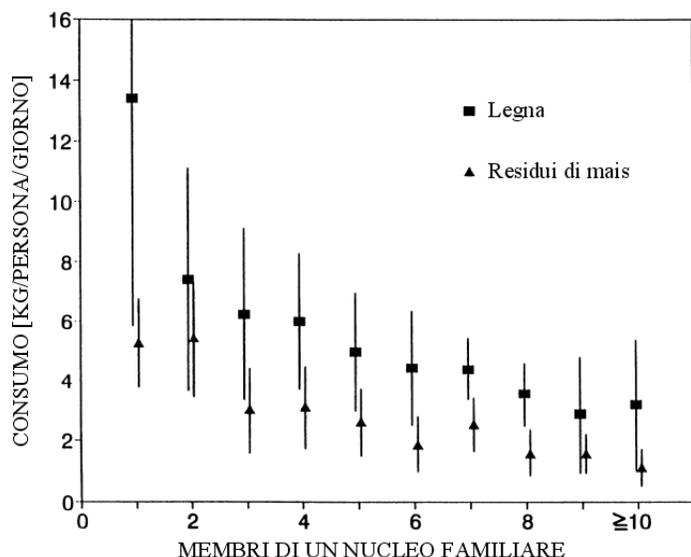
7. a sinistra: la produzione del carbone vegetale in Kenya. Il carbone vegetale è più leggero rispetto alla legna da ardere ed è più adatto qualora sia necessario un trasporto più lungo come nel caso delle regioni e delle città densamente popolate.



- Quale è il consumo delle risorse ad uso combustibile su base stagionale? I residui agricoli, in particolare, sono disponibili solo in certe stagioni. Un questionario svolto in un'altra stagione porterebbe a risultati completamente diversi.

8. a destra: oltre alle pannocchie di mais, per alimentare i focolari vengono utilizzati anche gusci di noci di cocco e foglie di palma.





- Che relazione intercorre tra la densità di popolazione e la disponibilità di legna da ardere? Nelle regioni in cui la legna da ardere è disponibile in quantità sufficiente i fuochi tendono a bruciare più a lungo, anche dopo la cottura.

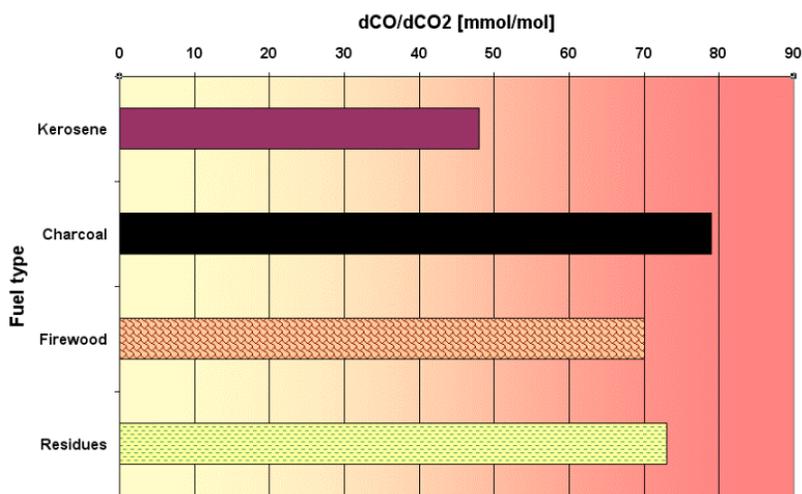
- Da quanti membri è costituita una famiglia media? Quanto più numerosi sono i membri di una famiglia, tanto minore è la quantità di legna da ardere necessaria pro capite.

a sinistra: 9. Dimensione delle abitazioni domestiche rispetto al consumo di combustibile. Il grafico mostra come ad una riduzione del consumo pro capite si associ un aumento delle dimensioni delle abitazioni domestiche. Fonte: Marufu et al., Domestic Biomass Burning in Rural and Urban Zimbabwe - Part A, 1996 (Combustione domestica della biomassa nelle aree rurali ed urbane dello Zimbabwe - Parte A, 1996)



### Il consumo in Kenya

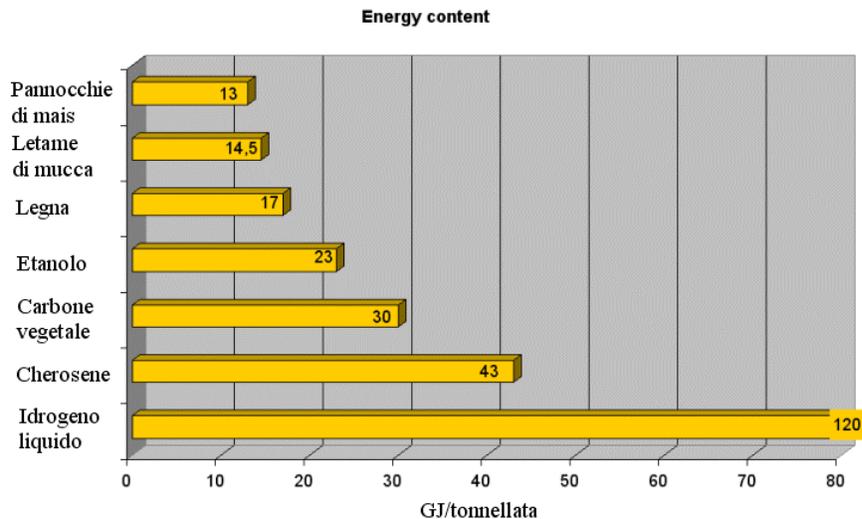
Una stima eseguita grazie a misure oggettive e ad un questionario proposto in 2200 abitazioni private ha permesso di valutare il consumo di combustibile in Kenya nel periodo compreso tra gennaio e marzo 1997. Il consumo di una abitazione rurale si attesta su un valore compreso tra circa 0,8 e 2,7 kg di legna da ardere pro capite al giorno (con una media di 2,14 kg). La legna da ardere rappresenta la principale fonte di energia. Il consumo medio di carbone vegetale è pari a 0,26 kg pro capite al giorno. Inoltre, il consumo di biocombustibile derivato dalle pannocchie di mais si aggira attorno a 0,32 kg pro capite al giorno.



Il principale combustibile utilizzato nelle abitazioni cittadine è il carbone vegetale, il cui consumo è pari a circa 0,2 - 0,7 kg pro capite al giorno (con una media di 0,37 kg). Il consumo di legna da ardere, al contrario, è pari solo a 0,1- 0,5 kg (con una media di 0,14 kg). Inoltre, nello stesso tipo di abitazioni si fa ricorso ad altre fonti di energia più moderne dei residui vegetali. Tuttavia, sebbene il 62% delle abitazioni permanenti presenti nelle aree urbane sia dotata di corrente elettrica, la maggior parte di queste non ne fa uso per la cottura degli alimenti.

10. Quante unità di monossido di carbonio tossico vengono rilasciate dal biossido di carbonio presente nei diversi tipi di combustibile? (in mmoli per mole, o molecole per 1000 molecole). Il cherosene, al contrario, è un combustibile "più pulito".

La maggiore densità di popolazione che caratterizza le città rende impossibile l'approvvigionamento di legna da ardere nelle vicinanze delle abitazioni costringendo i cittadini ad acquistare le fonti di energia necessarie sul mercato. Il carbone vegetale ha un maggiore contenuto energetico per peso rispetto alla legna e risulta più conveniente per il trasporto in città. Tuttavia, il carbone vegetale viene ricavato dal legno e rispetto al processo di produzione complessivo risulta più efficace bruciare direttamente la legna se i costi di trasporto non incidono in modo particolarmente rilevante.



11. Il contenuto energetico dei diversi tipi di combustibile. I numeri indicati rappresentano valori tipici che possono variare in funzione delle particolari proprietà del combustibile, del tipo di legna, della produzione di carbone vegetale, ecc.

Le città, inoltre, sono spesso connesse alla rete elettrica mentre le fattorie e i piccoli villaggi non dispongono di questo tipo di infrastrutture. I piccoli villaggi, al contrario, hanno facile accesso ai residui vegetali presenti nei campi durante determinati periodi dell'anno. Il quadro fin qui tratteggiato può spiegare i diversi comportamenti di consumo nelle aree urbane e rurali.

### Studi sulle emissioni

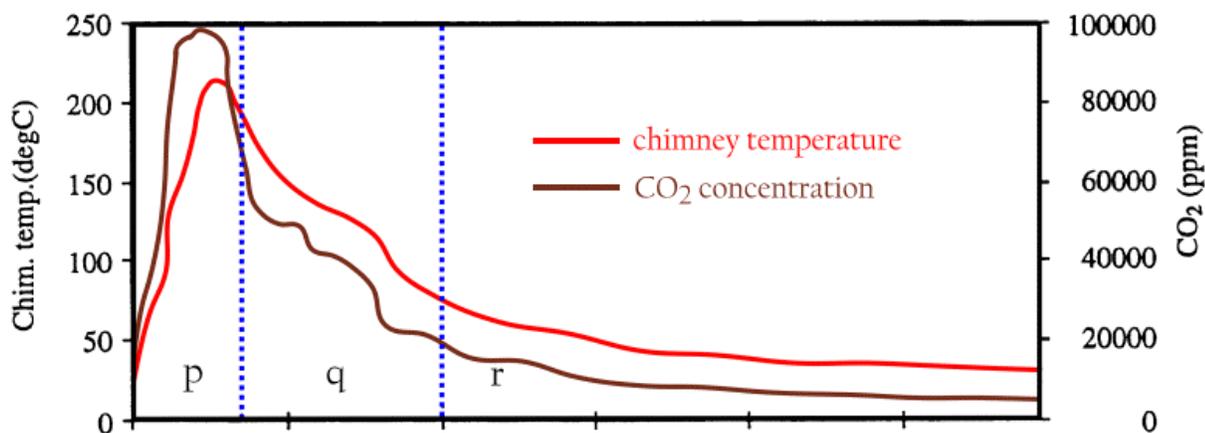
Per valutare le emissioni generate dal fuoco di legna di un focolare è necessario conoscere cosa avviene durante la combustione del fuoco. I grafici riportati di seguito mostrano le diverse fasi che caratterizzano un fuoco e le relative emissioni.



### Difficoltà di estrapolazione

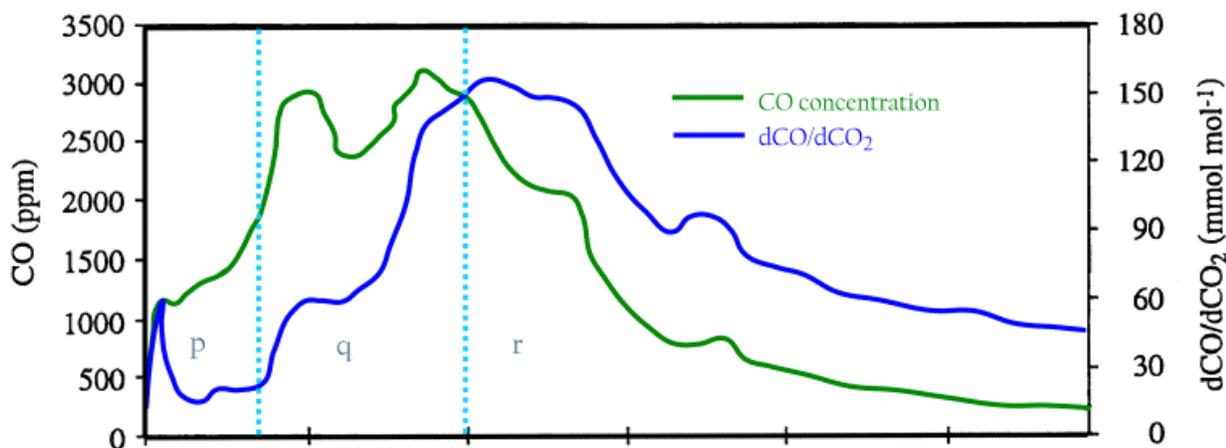
Poiché non sono disponibili studi comparativi per tutti i paesi dell'Africa è assai arduo trarre conclusioni significative sull'energia e il consumo di combustibile dell'intero continente africano o perfino sulla combustione della biomassa di altre regioni del mondo.

Gli studi eseguiti nelle abitazioni private hanno dimostrato un forte squilibrio nelle diverse aree del paese, nei diversi periodi dell'anno o in altre circostanze che non sono state prese sufficientemente studiate. Ad esempio, uno studio eseguito in Zimbabwe nella stagione estiva ha messo in luce, per le aree rurali, i seguenti tassi di consumo: 3,2 kg di legna da ardere, 1,5 kg di residui vegetali e 0,2 kg di letame di mucca pro capite al giorno.



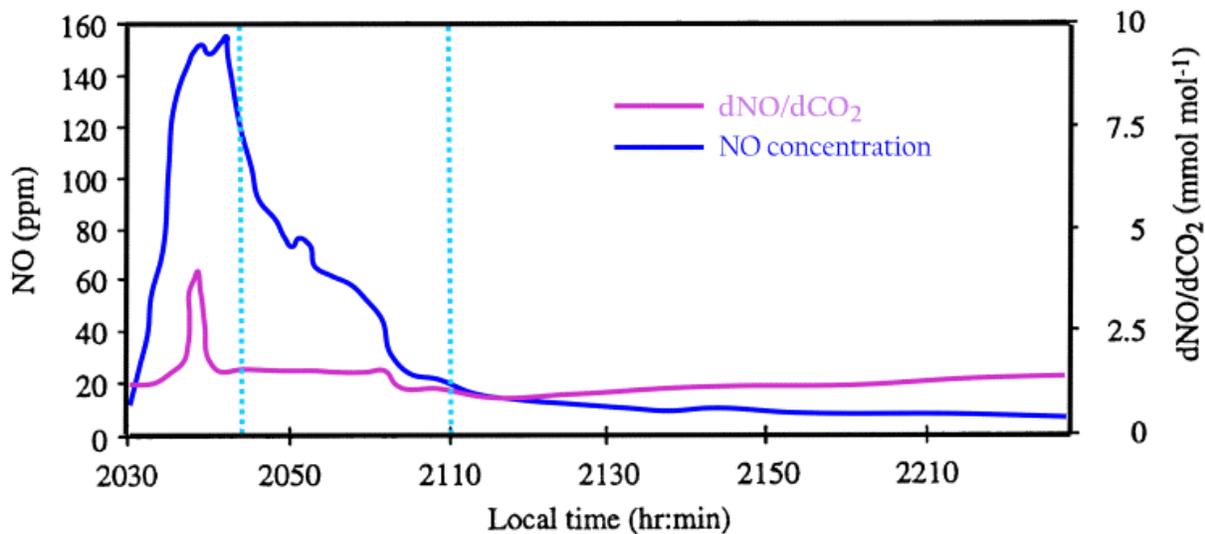
12. a) Il fuoco di legna è caratterizzato da tre fasi distinte: fiamme libere (p), combustione senza fiamma (q) e incandescenza (r). Durante la prima fase sia la temperatura che le emissioni della CO<sub>2</sub> raggiungono i valori più elevati.

I residui vegetali, tuttavia, non sono disponibili nell'intero arco dell'anno e la popolazione è restia ad ammettere il ricorso al letame di mucca in quanto l'utilizzo di tale fonte di energia è considerato un segno di estrema povertà. Inoltre, in Zimbabwe il carbone vegetale non è utilizzato. In un secondo tempo lo studio è stato esteso per più di un anno, dal gennaio 1996 al marzo del 1997 e a diversi tipi di aree e città dello Zimbabwe.



12. b) Le emissioni di monossido di carbonio sono estremamente elevate durante la fase di combustione senza fiamma e si mantengono su valori elevati anche nella fase di incandescenza.

Le stime sul consumo a lungo termine hanno delineato la seguente scala di valori: 1,3 tonnellate di legna da ardere pro capite all'anno (3,6 kg/al giorno) e 0,07 tonnellate di residui vegetali (0,2 kg/al giorno) nelle aree rurali. Tali risultati, pertanto, portano ad affermare che il consumo molto più elevato relativo al residuo vegetale è stato osservato solo stagionalmente.

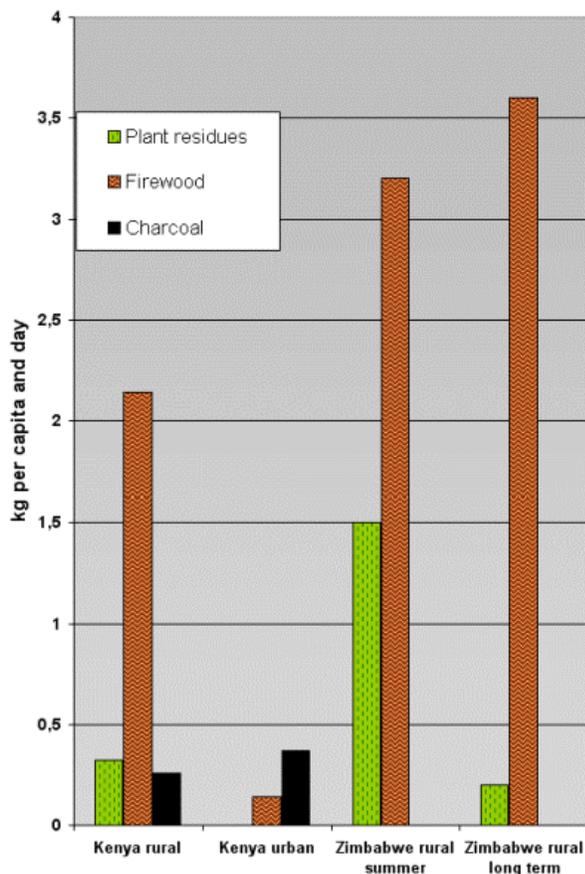


12. c) Le emissioni degli ossidi di azoto sono in stretta relazione al contenuto di azoto presente nel combustibile e mostrano un andamento parallelo alla quantità di materiale combusto e alle emissioni della CO<sub>2</sub>. Solo nella fase del fuoco contraddistinta dalle fiamme libere la temperatura può raggiungere valori così elevati da provocare l'ossidazione dell'azoto nell'aria e il forte aumento (picco) delle emissioni di NO. Fonte: Kituyi et al., Carbon monoxide and nitric oxide from biofuel fires in Kenya (Monossido di carbonio e ossido di azoto emessi dal fuoco di biocombustibile in Kenya), 2000 [Clicca sul grafico per ingrandirlo.](#)



13. Misura delle emissioni in Kenya

14. Il consumo dei combustibili a biomassa: risultati di alcuni studi condotti in Kenya e Zimbabwe. Fonte dei dati: Kituyi et al., Biofuel consumption rates and patterns in Kenya (Tassi e modelli di consumo dei biocombustibili in Kenya)(2000)



## Stime relative allo Zimbabwe

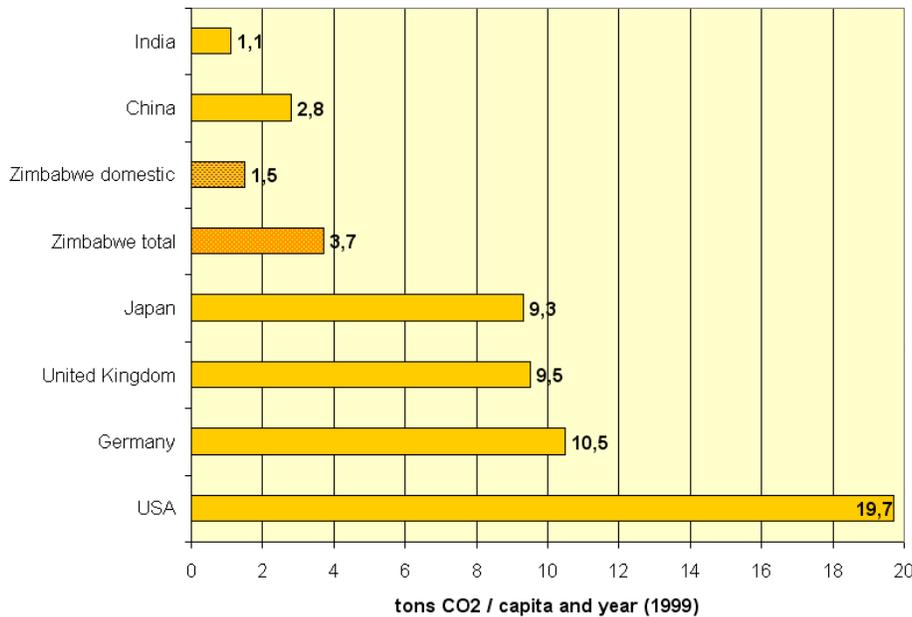
Benché lo Zimbabwe non possa esemplificare la situazione di tutti i paesi africani, dai dati disponibili possiamo ricavare preziose informazioni sull'utilizzo delle principali risorse energetiche nei paesi meno sviluppati dell'Africa (i paesi della costa mediterranea e la Repubblica del Sud Africa presentano consumi energetici molto più elevati).

Di seguito vengono riportati le stime sulle emissioni dei fuochi domestici nello Zimbabwe. In parentesi è indicato il contributo (in percentuale) alle emissioni totali del paese.

- 4.6 Tg CO<sub>2</sub>-C (41%)
- 0.4 Tg CO-C (67%)
- 5.3 Gg NO-N (8%)



15. La posizione geografica del Kenya e dello Zimbabwe all'interno del continente africano.



Tali valori indicano che la popolazione dello Zimbabwe per alimentare i fuochi domestici consuma 4,6 Tg = 4,6 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>-C (16,9 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>) che corrisponde al 41% dei 41 milioni di tonnellate relativi al consumo complessivo della CO<sub>2</sub>: tale valore corrisponde a 3,65 tonnellate di CO<sub>2</sub> pro capite di cui 1,5 tonnellate pro capite derivano dall'alimentazione di fuochi domestici.

Le emissioni pro capite della CO<sub>2</sub> sono dell'ordine di 10 tonnellate per i paesi Europei e di 20 tonnellate per gli Stati Uniti, di cui la maggior parte sono imputabili ai combustibili fossili e solo una piccola frazione a fonti di energia rinnovabile.

16. Le emissioni della CO<sub>2</sub> relative allo Zimbabwe (e distinte dalla combustione domestica della biomassa) confrontate con quelle di altre nazioni.

Su Tali valori, quali ad esempio le 3,65 tonnellate di CO<sub>2</sub> pro capite all'anno dello Zimbabwe, non sono in accordo con i dati ufficiali forniti dalle agenzie per l'energia che per lo stesso paese riportano un valore di circa 1 tonnellata pro capite all'anno. Infatti, poiché nella stragrande maggioranza dei casi i dati relativi all'utilizzo privato di legna da ardere non sono disponibili, i calcoli sono basati sul consumo dei prodotti petroliferi. D'altro canto, poiché la legna da ardere costituisce un prodotto primario almeno parzialmente rinnovabile, non può essere messa a confronto diretto con le emissioni di CO<sub>2</sub> derivanti dal consumo di combustibile fossile dei paesi industrializzati. Pertanto, il contributo all'effetto serra fornito dai paesi africani presenta un elevato grado di incertezza.

Autore:

Elmar Uherek - Istituto di chimica Max Planck, Mainz

Ringraziamenti:

Il materiale per gli articoli di ricerca e il contesto della presente edizione si basano principalmente sul libro "Climate change and Africa" (I cambiamenti climatici e l'Africa) a cura di Pak Sum Low (2005) e da studi sul campo eseguiti da Lackson Marufu ed Evans Kituyi in Zimbabwe e Kenya, in collaborazione con l'MPI di Mainz, partner del progetto ACCENT. La maggior parte delle foto contenute in questa edizione sono state realizzate durante il corso di tali studi svolti nel 1996 e nel 1997. Si ringrazia, inoltre, il Dr. Günter Helas dell'Istituto Max Planck di Mainz per le pubblicazioni fornite e i consigli elargiti durante l'elaborazione di questo numero.