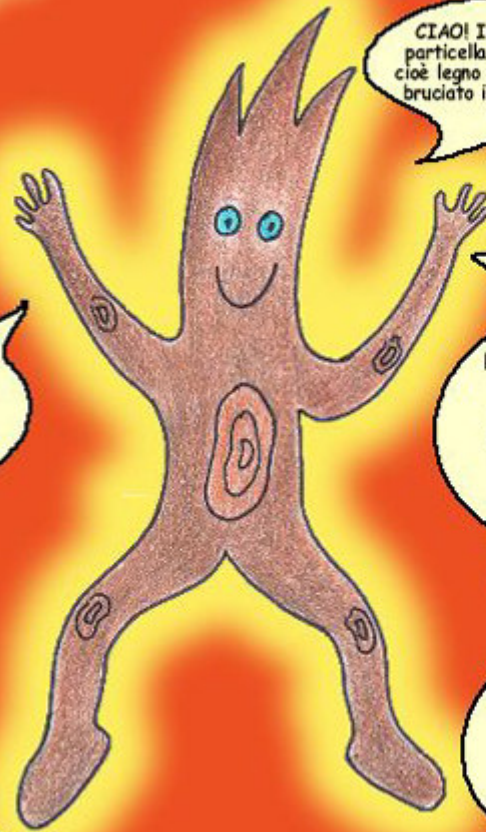


CIPPY...

LA SCHEGGIA D'ENERGIA!



CIAO! Io sono CIPPY, una particella di legno "cippato", cioè legno tritato per essere bruciato in caldaia o in stufa

Sono energeticamente conveniente e ho un occhio di riguardo verso il nostro ambiente

Posso sembrare piccino (misuro solo qualche millimetro) ma posso produrre molta energia per te e per farti risparmiare sul consumo di petrolio (che tipo invadente quello!) o di metano (quel gasato!)

Posso essere prodotto triturando legno di varia provenienza (potatura degli alberi, recupero di legname da imballaggi, piante)

Ora ti spiegherò in quali modi vengo prodotto, prima però ti voglio raccontare qualcosa sull'ENERGIA, così da chiarirci le idee e ragionare insieme sul suo utilizzo



L'inverno è lungo! Giornate fredde e corte, da riscaldare e illuminare. Non è solo un modo di dire ... è la realtà della parte del mondo che noi abitiamo, quella "industrializzata", o "maggiormente sviluppata" che però per riscaldarsi e illuminarsi consuma ... consuma energia in gran quantità. Cercheremo di farcene un'idea con alcuni dati. Prima però prendiamo conoscenza di alcune unità di misura dell'energia, che ci sono utili per comprendere, ora ed in futuro, le informazioni sui consumi, fabbisogni e disponibilità dell'energia del pianeta Terra. Tanto per capirci e non perderci in lunghe spiegazioni, diciamo che, considerando l'energia come la capacità che un sistema ha di compiere un lavoro, per misurarla (sapere quanta ne possiede un sistema) misuriamo la quantità di lavoro che il sistema compie.

- In fisica il lavoro compiuto su di un corpo è misurato in Joule (J), e il J è il prodotto di una forza (misurata in Newton) che è stata applicata al corpo, per lo spostamento che il corpo stesso ha di conseguenza subito (anche chi non ha familiarità con la fisica potrà cercare di capire questa relazione pensando che se colpisce un pallone con un calcio, gli imprime una forza e il pallone si sposta, più o meno lontano a seconda dell'energia posseduta dal calciatore, quindi dalla forza del calcio).

- **1 Joule = 1 Newton x 1 metro**

- Ma il lavoro è tanto più "interessante" per chi lo deve svolgere, quanto più esprime "potenza". Per passare dal significato ambiguo dato a questa parola nel linguaggio comune, a quello fisico, diciamo che la potenza corrisponde al lavoro svolto nell'unità di tempo e si misura in Watt, cioè:

- **1 Watt = 1 Joule/1 secondo (1 J al secondo)**

Il celebre "chilowattora" corrisponde alla potenza di 1000 W all'ora corrisponde alla potenza di 1000 W all'ora.

$$1 \text{ kWh} = 3.600.000 \text{ J}$$

- La caloria è l'unità di misura del calore (occhio alle maiuscole!):

1 caloria = energia per innalzare di 1 °C la temperatura di 1 g. di acqua *

1 Caloria = energia per innalzare di 1 °C la temperatura di 1Kg d'acqua *

* tralasciamo la precisazione delle condizioni sperimentali a cui viene riferita la misura.

(1 Cal = 1000 cal)

1 Caloria = 4.186 Joule; 1 kWh = 860 Cal (Kcal) **

- Infine, dal momento che la nostra società consuma principalmente petrolio come fonte di energia, usiamo l'unità "tonnellate equivalenti di petrolio" per poter confrontare l'energia posseduta da altre fonti:

1 tep = 10^7 Cal = $1,16 \times 10^4$ kWh **

**se si considerano le perdite di produzione (calore disperso nell'ambiente) i fattori di conversione saranno: 1 kWh=2200 Cal dunque 1tep= $0,45 \times 10^4$ kWh.

Fatta questa premessa assolutamente importante se si vuol capire un discorso sul consumo di energia, passiamo a concentrarci su fonti, fabbisogni e consumi. Partiamo considerando stime del consumo di energia dall'uomo primitivo ad oggi, così da renderci conto di quali variazioni vi siano state nel corso della storia "energetica" dell'umanità.

Se riteniamo che **l'uomo primitivo** consumasse energia per la sola necessità di sopravvivenza possiamo stimare che dato il fabbisogno energetico giornaliero di 300 kcal/giorno, quest'uomo dovesse consumare (come fabbisogno) **0,11 tep/anno** .

Circa **500.000 anni fa** , dopo la scoperta del fuoco, l'uomo poté far fronte a necessità energetiche relative non solo al proprio corpo ma anche all'ambiente domestico, utilizzando quindi combustibili, ad esempio legna, per cui il fabbisogno energetico salì a **0,22 tep/anno** , quindi il doppio del precedente!

Veniamo a circa **2000 anni fa** , quando le civiltà affacciate sul Mediterraneo utilizzavano fonti energetiche quali l'acqua fluente per muovere ruote motrici, poi mulini a vento. Bruciavano maggiori quantità di legna per alimentare forni di cottura della terracotta o per estrarre, mediante evaporazione, sale dall'acqua marina. Sfruttavano inoltre la combustione di oli per l'illuminazione. Il probabile fabbisogno individuale salì allora a **0,5 tep/anno** .

Arrivando a tempi più recenti, nel 1900 il fabbisogno di un individuo era di 2,8 tep/anno e nel **1982** è arrivato a **3,3 tep/anno!**

Queste variazioni in crescita possono non sembrare alte, ma se si considera il numero di abitanti del pianeta nei vari periodi storici, i dati che si ottengono sono interessanti. Duemila anni fa la popolazione era di 300 milioni di abitanti e nel 1986 era di 5 miliardi cosicché un aumento di 17 volte la popolazione, ha avuto come conseguenza un aumento decisamente più grande del fabbisogno energetico complessivo.

Il consumo di energia peraltro non è equamente distribuito nei vari stati. I paesi più "sviluppati" consumano in effetti molto, molto più dei paesi più arretrati sul piano dello sviluppo di industrie e dell'utilizzo di beni di consumo tecnologici.

STATO	Fabbisogno medio energia pro capite annuo tep/abitante
USA	7,6
GERMANIA	4,5
GIAPPONE	3,1
ITALIA	2,65
PORTOGALLO	1,2
CINA	0,65
AFRICA	0,3

Fatti i conti c'è chi consuma da 10 a 20 volte più di altri! E' bene rendersi conto che se è giusto che i paesi in via di sviluppo, migliorando il tenore di vita possano disporre di più energia, è essenziale che gli altri riducano il loro e che in ogni caso TUTTI utilizzino l'energia in modo migliore, cominciando con l'usarla in modo **razionale** (in parole povere con intelligenza e riguardo all'umanità e al pianeta). Considerando il petrolio come principale fonte di approvvigionamento energetico veniamo quindi alle previsioni sulle disponibilità future.

Nel 1998 l'industria petrolifera diffondeva dati secondo i quali il greggio sarebbe rimasto abbondante e a buon mercato ancora per altri 43 anni. Peccato che questo dato non tenga conto di fattori quali ad esempi la non costante produzione, quindi non sia del tutto esatto. Vi sarebbe inoltre, oltre a questi 43 anni un periodo di altri 142 anni di autonomia incerta.

Stime più attendibili prevedono comunque un declino della produttività già a partire dal 2010.



**LEGNO: piantiamo...
il futuro del caldo**

Quasi tutte le fonti di energia della Terra prendono origine dall' **energia solare** ! Infatti i combustibili fossili come petrolio e carbone sono il prodotto di trasformazione di sostanze organiche legate al processo di **fotosintesi clorofilliana** . Il vento è una conseguenza del riscaldamento della terra ad opera del Sole e così pure il ciclo dell'acqua (evaporazione, precipitazione...) è conseguenza dell'irraggiamento solare. Dunque quando si parla di fonti rinnovabili di energia si può in assoluto pensare al sole.

Gli esseri viventi dipendono completamente dall'energia solare tant'è che già le prime forme di vita cominciarono ad impararne" l'uso. Infatti i vegetali, dalle alghe unicellulari ai grandi alberi, svolgono il processo di fotosintesi clorofilliana.

Per capire come funziona un ecosistema, dunque la vita sulla terra e tutto il resto, si deve comprendere questo meraviglioso processo chimico:

anidride carbonica + acqua + energia solare = glucosio + ossigeno

Il vegetale provvisto di clorofilla, preleva dall'aria il prodotto dello scarto della respirazione (anidride carbonica), prende acqua dal terreno, luce solare e così...produce zucchero e ossigeno che rientrano nella catena dell'energia con la respirazione (la respirazione cellulare, di vegetali e animali, consiste infatti nell'ossidazione di glucosio con ossigeno nei mitocondri, cioè:

Glucosio + ossigeno = energia per l'organismo + anidride carbonica + acqua).

Dunque sia che noi utilizziamo il glucosio come alimento o bruciamo i suoi derivati (il legno è cellulosa, cioè molecole di glucosio) in pratica "riprendiamo" quell'energia solare immagazzinata dalla pianta!

... Un pò di conti

Il Sole invia sulla Terra energia con una potenza di 1350 W/m^2 (questa quantità è detta "costante solare" ed esprime quanta energia arriva su un metro quadrato della superficie terrestre in ogni momento. Ovviamente si tratta di un valore medio che risente di variazioni da luogo a luogo), perciò su tutta la Terra arrivano $1,75 \times 10^{17} \text{ W}$. Considerando che con l'utilizzo di fonti non rinnovabili, produciamo circa 10^{13} W , si vede come l'energia solare che arriva sulla Terra è 17.500 volte quella da noi prodotta artificialmente!

L'energia solare viene convertita in calore, utilizzata per l'evaporazione dell'acqua, per le correnti convettive marine, per i venti e per la fotosintesi.

Soltanto l'1% dell'energia viene sfruttata per fotosintesi, cioè:

$$0,983 \times 10^{17} \text{ W} = 75 \text{ miliardi tep/anno}$$

Si confronti questo dato con il consumo energetico annuale...Inoltre, con la fotosintesi si "fissa" carbonio, assorbendo anidride carbonica, il che significa non solo rimmetterlo in circolo, ma con i tempi che corrono, dato che l'umanità brucia e brucia e immette enormi quantità di anidride carbonica nell'atmosfera, aumentando l'effetto serra senza sapere quel che gli potrà, per questo, accadere di preciso...Il carbonio fissato annualmente con la fotosintesi ammonta a :

$$2 \times 10^{11} \text{ tonnellate}$$

Trapiantiamo ...idee di risparmio

Utilizzare il legname dei boschi significa perciò riutilizzare quell'energia che viene continuamente immagazzinata dalle piante. Evidentemente se si abbattano piante di alto fusto significa togliere ciò che si è formato in diversi anni, ma si può utilizzare il bosco come fonte di approvvigionamento energetico, senza per questo impoverirlo o peggio distruggerlo. Il bosco si può COLTIVARE. L'ecosistema del bosco è molto complesso, va considerato globalmente quando si pensa al rendimento fotosintetico (alberi ad alto fusto hanno rendimento ottimale con alto irraggiamento e

viceversa gli arbusti). Quando il bosco è antico, la sua biomassa si stabilizza, cioè la quantità di anidride carbonica fissata tende ad uguagliare quella emessa (con la respirazione ad es.). Se si coltiva il bosco abbattendo le piante vecchie, si permette a quelle giovani di crescere, aumentando di fatto l'efficienza fotosintetica. Inoltre le radici che rimangono contribuiscono al consolidamento del terreno unitamente alle nuove che si sviluppano.

Fra i vantaggi ecologici dell'uso del legno come combustibile va ricordato che:

- La quantità di anidride carbonica immessa è quella sottratta in precedenza dalla fotosintesi.
- Bruciando combustibili di altro tipo se ne immetterebbe comunque e non potrebbe rientrare nel computo a meno di considerare tempi geologici!
- Parte del carbonio presente nell'albero (circa la metà!) resta nel terreno delle radici.

Va considerata anche la via della piantagione di alberi finalizzata al consumo di legna da ardere, infatti in luoghi incolti possono essere piantati alberi per poi abatterli e ripiantarli a cicli (turno) che vanno dai 7 ai 30 anni a seconda della specie.



Non vi sono soltanto gli alberi che possono fornire legno per produrre energia tramite la combustione; molto legno è utilizzato in vari modi e alla fine del ciclo di utilizzo spesso costituisce un "rifiuto".

- Nelle segherie il 30% del legno lavorato diviene scarto di lavorazione (corteccia trucioli, ...)
- Nei lavori di ristrutturazione di vecchie case le travature vengono scartate.

- Molti sistemi di imballaggio sono in legno e si vedono spesso abbandonati.
- Molto legno deriva dalla potatura degli alberi (ad esempio lungo le strade)

Una stima fa ammontare a circa 6 milioni di tonnellate la quantità legno che ogni anno si getta come rifiuto. Utilizzare dunque questi "non rifiuti" unitamente al legno coltivato può essere utile!

La Storia di CIPPY...

SCHEGGIA D'ENERGIA!

Il cippato

Fra le varie forme in cui il legno può essere preparato per la combustione (in tronchetti ad esempio) una è particolarmente conveniente e pratica: quella della "sminuzzatura" o "**CIPPATURA**". Il legno viene ridotto meccanicamente in piccoli frammenti detti "particelle" o "**CHIPS**" di dimensioni uniformi. Questa massa di piccole "schegge" prende il nome di "**CIPPATO**".

Non si tratta di una semplice frantumazione, perché altri tipi di triturazione utilizzati per ridurre di volume vari scarti legnosi, ad esempio cassette della frutta, praticati con azioni di percussione o sfibratura, producono una massa di frammenti irregolari, di varie dimensioni, utilizzabili soprattutto per compostaggio (materiale di origine vegetale che si decompone e viene utilizzato come fertilizzante).

Il vantaggio dell'uso del cippato per combustione sta in questi fattori:

- Possibilità di contenerlo in silos spesso anche interrati (altrimenti, volendo bruciare direttamente i tronchi degli alberi, occorrerebbe disporre di grandi aree su cui accatastarli. In tal modo però, si troverebbero esposti alle intemperie e si degraderebbero);
- La massa di chips può essere introdotta automaticamente nella caldaia, con sistemi controllati elettronicamente in modo da regolare flusso e quantità, evitando l'impiego di personale.

Caratteristiche generali del materiale

- L'umidità non deve essere troppo alta, perché il contenuto energetico del legno diminuisce all'aumentare del contenuto di acqua (durante la prima fase della combustione del legno occorre energia proprio per l'evaporazione dell'acqua in esso contenuta).
- Le dimensioni dei chips devono essere omogenee. Dimensioni standard sono 40x20x10 mm.
- Specie legnosa utilizzata: tutte le specie utilizzate per la comune combustione sono adatte, ma la migliore è il Faggio

La macchina cippatrice è costituita da una serie di lame montate su un tamburo o su disco, è regolabile in base alle dimensioni del legno da tritare e da quelle dei chips da ottenere.

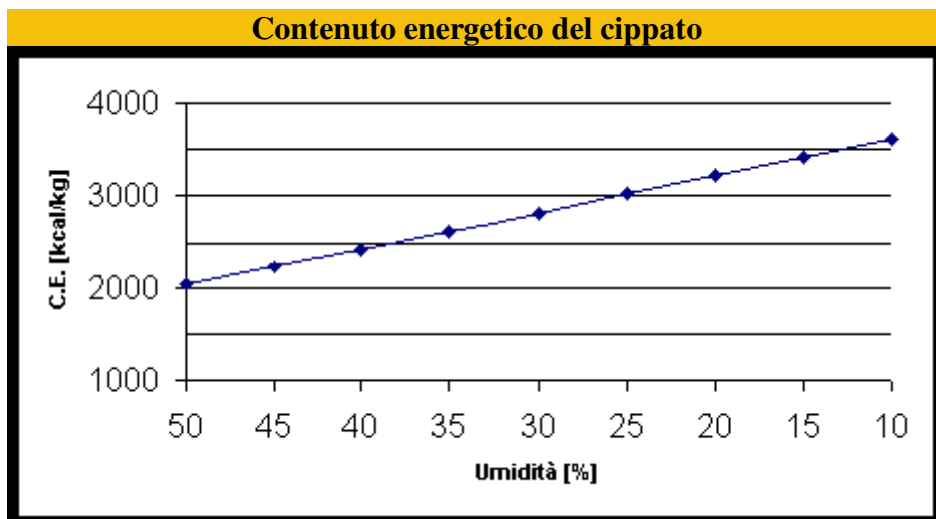
Se il cippato ottenuto è molto umido, viene fatto essiccare in appositi contenitori (gabbie o celle), in modo naturale evitando l'innescarsi di processi di deterioramento causato da funghi o batteri.

Caratteristiche energetiche del cippato

Il contenuto energetico del cippato dipende principalmente da due fattori:

- La specie del legno utilizzato quindi dalla quantità di lignina, cellulosa, resina.
- L'umidità del materiale legnoso.

Considerando l'umidità si può constatare come il contenuto di energia diminuisca con l'aumentare dell'umidità



Per ciò che riguarda la specie, confrontiamo ad esempio **1 metro cubo** di faggio e abete:

Specie	Umidità %	Peso kg	Contenuto energetico kWh	Contenuto energetico Mcal
Faggio	20	288	1.109	954
Abete	//	204	830	713
Faggio	50	360	1.070	920
Abete	//	255	800	688

$$1 \text{ Mcal} = 1.000.000 \text{ cal}$$

Confronto con altri combustibili. Proponiamo un confronto fra tre tipi di combustibili sui loro contenuti energetici e sul costo per megacaloria.

Combustibile	Contenuto energetico Mcal/m ³	Prezzo Lire/Mcal	Efficienza caldaie
Cippato Umidità 50%	720	29	70%
Gasolio	8.670	129	80%
Metano	9	91	80%

Per quanto riguarda i costi, mediamente un metro cubo di cippato costa 30.000 £ e in alcune regioni, quali Friuli e Trentino, i prezzi arrivano a 15.000 £. Un metro cubo di gasolio, nel 1997, costava 1.400.000 £.

La filiera del legno

Il processo di 2filiera del legno" è la sequenza delle operazioni che riguardano l'utilizzo del legno per la produzione di energia. Nel caso dell'utilizzo del cippato può essere riassunto nelle seguenti fasi:

Taglio del bosco (Esbosco).- Produzione del cippato (cippatura).- Trasporto .- Stoccaggio.- Gestione della caldaia.- Smaltimento delle ceneri.

L'utilizzo per riscaldamento, del legno dei boschi è interessante sia sotto l'aspetto ecologico che economico.

Esbosco

- L'aspetto ecologicamente rilevante è relativo alla maggior coltivazione dei boschi importante per l'equilibrio di biomassa e di anidride carbonica nell'ambiente.
- L'aspetto economico è dovuto al fatto che il costo del solo combustibile (cippato) è inferiore di 3-4 volte quello di gasolio o metano, a parità di kcal fornite. Si diminuisce perciò la spesa di approvvigionamento e conseguentemente la dipendenza da un mercato dell'energia che assume spesso andamenti poco prevedibili.

Bisogna sottolineare che l'impiego dei boschi come fonte di energia richiede un'accurata gestione e rivalutazione del territorio che perciò, viene visto come un insostituibile **patrimonio da gestire** pianificando gli interventi. Questo è possibile con un'assistenza tecnico forestale costante, che vigili sul ricambio del manto verde e sulla viabilità: **non disboscamento ma coltivazione del bosco** . Si tenga presente che per scaldare annualmente un edificio di 5.000m^3 occorre produrre 360.000 Mcal, ottenibili tagliando, ad esempio, 125.000m^2 di bosco di faggio, ossia 160m^3 di legna con un turno di 45 anni.

A proposito di distanze, va detto che il luogo dell'utilizzo del legname è bene non disti più di 20 chilometri da quello di provenienza (bosco).

Lo sminuzzamento del materiale legnoso deve tenere conto:

- Del tipo di legno, delle dimensioni, della sua forma, se è regolare o no, se vi sono rami e della qualità del legno, legata principalmente alla specie.
- Del tipo di cippato che si vuole ottenere, ricordando che il cippato per caldaie esige chips di dimensioni uniformi. Conseguentemente le macchine cippatrici devono poter essere regolate in tal senso

Cippatura (sminuzzamento)

nelle lavorazioni dei vari materiali.

- La sminuzzatura può essere effettuata anche sul luogo dell'abbattimento degli alberi, ma in tal caso occorre trasportare in tempi brevi il cippato all'impianto di combustione.
- Il rendimento della macchina cippatrice dipende ovviamente dalla sua potenza, dal tipo di legno e dalla forma e dimensioni del legno stesso nonché dal grado di automazione dell'impianto. Si può valutare in media una produttività che varia da 1 tonnellata a 10 tonnellate all'ora.
- Più un chips è corto più aumenta il tempo di lavorazione.

Il trasporto

Per trasportare il materiale sminuzzato risulta conveniente utilizzare dei "contenitori" che vengono trasportati da camion e possono essere sistemati in un certo numero nei pressi della caldaia così da costituire un costante approvvigionamento o per scarico diretto o caricando appositi silos di stoccaggio.

La caldaia

L'impianto di combustione del legno per strutture di grandi dimensioni è un impianto termico anche complesso – la cui alimentazione viene controllata da sensori elettronici – che consente di utilizzare al meglio il potere energetico del legno, bruciandolo quindi nelle migliori condizioni così da ottenere alti rendimenti nella combustione.

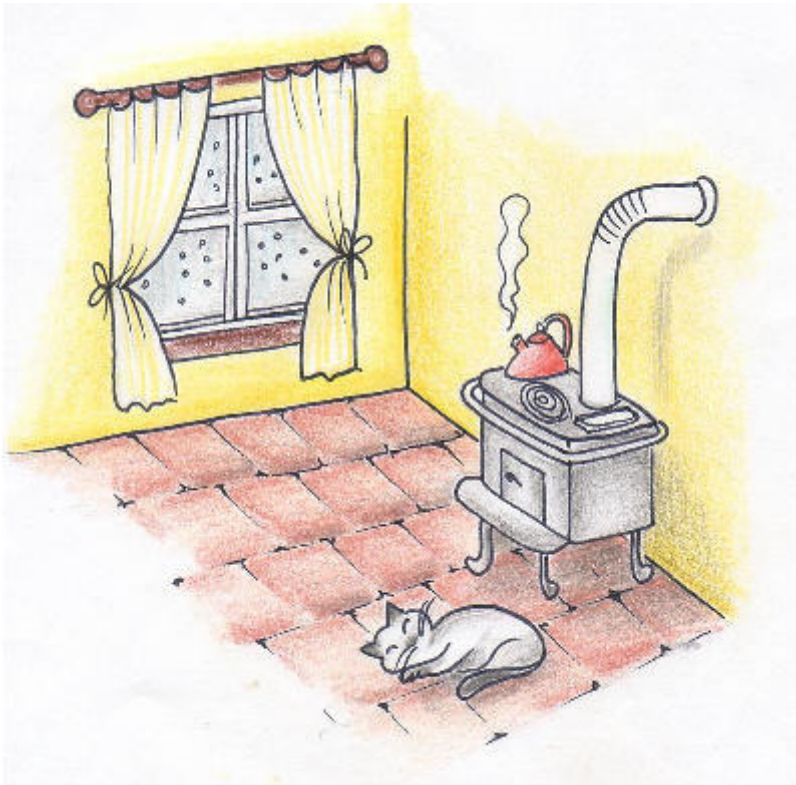
Poiché ogni combustione produce sostanze inquinanti (dall'anidride carbonica in poi...) è importante sottolineare alcuni aspetti delle caldaie a legna e specificatamente a cippato.

- I fumi vengono trattati riducendo a bassi livelli il contenuto di pulviscolo, eliminando il vapore dal camino, recuperando il loro calore.
- Le ceneri prodotte vengono utilizzate come fertilizzante poiché contengono elementi utili alle colture quali calcio, potassio e fosforo.
- L'anidride carbonica, un gas emesso da qualsiasi combustione (di sostanza organica) prodotta come scarto è in pratica quella già sottratta dalle piante all'atmosfera durante il processo di fotosintesi clorofilliana protrattosi per tutta la vita del vegetale.

Alcune esperienze reali già ci dimostrano concretamente gli aspetti positivi di questo tipo di impianto termico.

Un esempio sono gli impianti di teleriscaldamento dei comuni di Zimone e Zubiena che servono principalmente edifici pubblici (municipi, scuole), per un totale di circa 13.000 m³ riscaldati. Questi impianti bruciano 260.000 Kg/anno di cippato, risparmiando circa 65.000 litri di gasolio all'anno.

L'aspetto importante dell'impianto è che il cippato è ottenuto dalla legna proveniente dai boschi degli stessi comuni.



**Rimpianto...
per il caldo del
passato**

La nonna Maria **ha scaldato la sua casa ed ha cucinato** per anni con la stufa. Forse ricorderai il sapore delle torte che cuoceva nel forno di quella stufa scoppiettante! Bene, sappi che la maggior parte della legna che viene bruciata è per usi domestici e il consumo non è facilmente quantificabile.

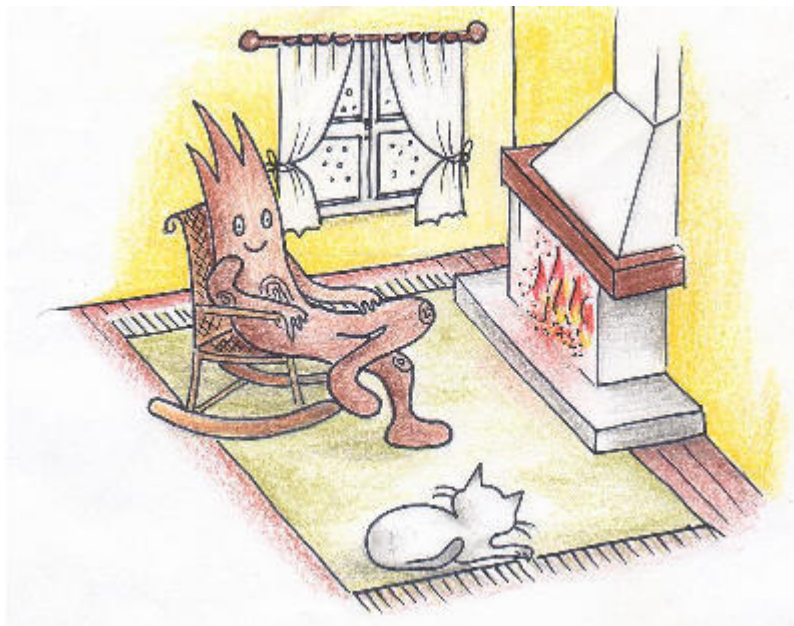
La nonna Maria e chi come lei ama il caldo "speciale" della stufa o del caminetto a legna, potrebbe comodamente provvedere al suo fabbisogno utilizzando il cippato.

Dovrebbe soltanto provvedere di una stufa adatta ed ecco che il sistema della filiera le potrebbe portare direttamente a casa del cippato opportunamente "confezionato", comodo da usare (si può infatti "confezionare" il cippato in forme compresse e pratiche da conservare) e che mantiene per ore la fiamma.

Inoltre, chi possiede legna potrebbe portarla alla cippatura e riprendersi il cippato per bruciarlo a casa, oppure potrebbe affidare temporaneamente la gestione di un appezzamento di bosco di sua proprietà all'ente pubblico, che si occupa della gestione della filiera. In questo modo il suo bosco verrebbe mantenuto e lui ne trarrebbe beneficio utilizzando il cippato prodotto dalla sua fonte di

energia rinnovabile. Ricorda che un ettaro di bosco ha un accrescimento naturale di legna equivalente a circa 6 m³ all'anno di cippato.

Avere energia e rispettare l'ambiente è l'impegno da assumere per il futuro!



BIBLIOGRAFIA

- Atti del seminario: "Approvvigionamento e gestione degli impianti termici alimentati a cippato di legno" (Bechis, Berruto, Cielo, Chiariglione, Michelis) – REGIONE PIEMONTE
- M. Silvestri "Il futuro dell'energia", 1988, Bollati Boringheri
- F. De Michele, M. Mayer: "Introduzione al concetto fisico di energia", 1991, Le Monnier.
- AA.VV. "Le Scienze" edizione italiana di Scientific American. 1990-1998.
- G. Mezzalana "Fabius: Una fonte rinnovabile a portata di mano", Provincia di Cremona, 2000.