

## Abbreviazioni e acronimi utilizzati nel testo

a	anno
AIEL	Associazione Italiana Energie Agro-forestali
Assoverde	Associazione Italiana Costruttori del Verde
cfr.	confronta
CIP 6	Comitato Interministeriale dei Prezzi, provvedimento n.6 del 1992
CNR	Consiglio Nazionale delle Ricerche
CTI	Comitato Termotecnico Italiano
ENEA	Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente
ETRA	Energia Territorio Risorse Ambientali spa
es.	esempio
ha	ettaro
km	chilometro
kW	Kilowatt
INFC	Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio
Istat	Istituto Nazionale di Statistica
L.R.	Legge Regionale
msr	metro stero alla rinfusa
m <sup>3</sup>	metro cubo
M m <sup>3</sup>	Milioni di metri cubi
M	Contenuto idrico
MJ	megajoule
Mtep	milioni tonnellate petrolio equivalenti
MWt	Megawatt termici
MWe	Megawatt elettrici
Ns.	nostra/nostro
PCI	Potere Calorifero Inferiore
SESA	Società Estense Servizi Ambientali Spa
Sistar	Sistema Statistico Regionale della Regione del Veneto
SRF	<i>Short Rotation Forestry</i>
t	tonnellata
w	grado di umidità
€	Euro

# LA PRODUZIONE DI COMBUSTIBILI LEGNOSI DALLA SELVICOLTURA URBANA

*Aiel*

## PAROLE CHIAVE

*verde urbano, selvicoltura urbana, filiere legno-energia, combustibili legnosi, analisi tecnico-economica dei cantieri di utilizzazione.*

## INTRODUZIONE

Nel presente rapporto, compreso nel Programma Nazionale Biocarburanti “Probio”, l’Unità Operativa AIEL, Associazione Italiana Energie Agroforestali, presenta i risultati di un’indagine volta ad approfondire la conoscenza sulle biomasse legnose di origine urbana potenzialmente destinate a usi energetici. Dopo aver affrontato il quadro normativo di riferimento, il lavoro si sofferma sull’analisi dei cantieri di meccanizzazione forestale applicati al verde urbano e sulla qualità dei combustibili legnosi da essi ritraibili. Successivamente, i dati tecnico-economici sono stati rielaborati al fine di avanzare alcune ipotesi di filiera.

Nella consapevolezza che le **filiere città-legno-energia** possono contribuire solo marginalmente alla mitigazione dei problemi ambientali e che il loro apporto nei bilanci energetici nazionali è quasi irrilevante (l’Italia utilizza solo una parte dell’incremento corrente prodotto annualmente dai suoi boschi), si ritiene di procedere con lo studio di tali filiere per le molteplici ricadute positive che queste possono attivare:

- stimolare una revisione razionale nella gestione del verde;
- valorizzare le biomasse legnose;
- differenziare le attività economiche delle imprese di gestione del verde;
- portare a una riduzione dei costi dei cantieri di potatura e abbattimento;
- avviare una campagna di comunicazione ambientale rivolta alla cittadinanza sui temi delle energie rinnovabili.

# 1. INQUADRAMENTO NORMATIVO NAZIONALE E REGIONALE

La normativa, che a vario titolo interessa il verde urbano e la gestione dei residui della manutenzione dello stesso, si presenta complessa e frammentata. Se per la parte generale dell'argomento bisogna fare riferimento alla normativa urbanistica, per quanto concerne gli aspetti definitivi e gestionali dei residui legnosi bisogna rifarsi alle norme dell'ordinamento comunitario, nazionale e locale, concernenti la biomassa e i rifiuti. La possibilità di valorizzare energeticamente le biomasse implica un approfondimento anche del blocco normativo sui combustibili.

## 1.1 La gestione del verde urbano

Gli aspetti relativi alla progettazione e alla manutenzione del verde urbano sono affrontati dal legislatore generalmente in maniera marginale; scarseggiano le indicazioni di tipo tecnico agronomico e mancano i riferimenti per la valorizzazione economica o energetica dei residui legnosi. Le disposizioni applicabili ai parchi pubblici urbani e ai giardini privati sono definite dalle norme tecniche di attuazione dei piani regolatori generali e dagli altri strumenti urbanistici attuativi, nonché dai regolamenti edilizi.

In Veneto, quei comuni che intendono migliorare le condizioni del verde urbano possono adottare due strumenti normativi: quello degli **atti finalizzati alla gestione programmata del verde** e **l'adozione di piani per il verde**. Il primo è diffuso nei comuni minori e prevede di coordinare le funzioni amministrative nella gestione del patrimonio del verde, il secondo lo ritroviamo comunemente applicato nei capoluogo di provincia e tale strumento ha l'obiettivo di individuare le aree da destinare a verde attrezzato o ricreativo e a regolamentarne la gestione, l'utilizzo e la destinazione funzionale. Tuttavia, in assenza di un quadro legislativo che conferisca a tali strumenti un'autonomia giuridica e funzionale, questi si rivelano dei documenti di indirizzo mescolati fra gli ordinari strumenti urbanistici.

Per quanto riguarda la gestione del verde stradale, ci sono tre testi di riferimento: il DPCM n.377/88 "Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale", il DPCM del 27.12.1988 "Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità", che si riferisce alle grandi vie di comunicazione e il "Codice della strada" DPR 495 del 16.12.1992 che regola la viabilità ordinaria.

Altre norme che interessano la gestione del verde urbano sono quelle in materia fitosanitaria e lotta obbligata al cancro colorato del platano, Decreto del Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste (DM 3.9.1987).

## 1.2 La definizione di biomassa legnosa

Nell'ordinamento italiano, recentemente è stato approvato il **Decreto Legislativo Unico in materia ambientale (DLGS 152/2006)** che ha accorpato numerose norme in materia di rifiuti e combustibili. I rifiuti vengono catalogati e classificati assieme alla loro provenienza e destinazione (recupero di materia e recupero di energia) nel rispetto della normativa europea. I combustibili sono disciplinati in base alle loro caratteristiche merceologiche, energetiche e alle particolarità tecniche degli impianti di combustione. Lo stesso decreto è stato oggetto di un recente aggiornamento, entrato in vigore il 18 febbraio 2008 (Decreto Legislativo 4/2008).

Il secondo riferimento normativo fondamentale per l'inquadramento delle biomasse nell'ordinamento italiano riguarda il **Decreto Legislativo 387/2003** di attuazione della Direttiva 2001/77/CE, il quale ha incluso la biomassa fra le fonti energetiche rinnovabili. Il testo definisce la biomassa come “la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali ed animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali ed urbani.”

## **2. APPROCCIO METODOLOGICO, AREA DI INDAGINE E INTERLOCUTORI COINVOLTI**

Il metodo di indagine adottato si basa sulla **selvicoltura urbana** perché questa consente di pianificare, nel medio periodo, la gestione del patrimonio arboreo della città, inquadrandola nella progettazione di un suo assetto futuro, rispondente il più possibile alle multiformi esigenze e aspettative della cittadinanza di oggi e del futuro.

Tale disciplina scientifica che si ispira all'ecologia, ha due principi fondamentali: la città è un ecosistema e come tale va gestita seguendo le regole ecologiche e il patrimonio arboreo può essere assestato, cioè pianificato secondo i pregi, le funzioni, i prodotti e i sottoprodotti che sono propri delle diverse tipologie di verde. A questo modo di intendere la pianificazione del verde urbano si legano i concetti di fruibilità, manutenzione e gestione.

I dati quantitativi riguardanti la biomassa legnosa provengono dalla banca dati di Arpa Veneto, mentre l'area di indagine adottata è quella della provincia di Padova.

Deve essere sottolineato come la raccolta e la elaborazione dei dati abbiano presentato alcune difficoltà. La non piena corrispondenza tra le fonti consultate e la scarsa trasparenza del mercato dei combustibili legnosi hanno influito negativamente sulla raccolta dei dati, sulle quantità e sui costi delle biomasse legnose.

Gli interlocutori coinvolti sono stati i tecnici del verde urbano di alcuni comuni, le aziende speciali che gestiscono gli impianti di compostaggio, i tecnici ARPA Veneto (settore compostaggio) e alcuni imprenditori che operano nel settore della manutenzione del verde urbano nel padovano.

Va precisato che fra i compiti istituzionali dei tecnici comunali che si occupano di verde urbano non compaiono direttamente la produzione di combustibili legnosi dal patrimonio arboreo della città, nè tanto meno la gestione diretta di impianti termici. L'unico contributo che il personale tecnico potrebbe prestare alla realizzazione delle filiere legno energia in città consiste nell'organizzare campagne informative sull'uso del legno come risorsa energetica rinnovabile.

### 3. CONOSCENZA DEL PATRIMONIO ESISTENTE

#### 3.1 Aspetti quantitativi

Secondo i dati raccolti da Arpa Veneto, nel 2006, la frazione verde dei rifiuti urbani, (sfalci e potature) è pari a **51.622 t** (Tabella 1). E' significativo notare che il trend è in crescita nel periodo considerato e che questo è attribuibile ad un aumento delle superfici a verde e ad un miglioramento della raccolta dei rifiuti.

Dalle rilevazioni compiute presso gli impianti di compostaggio, risulta che l'apporto dei privati in peso varia dal 5 al 10 %, mentre la quota rimanente proviene dal verde pubblico e dalle manutenzione delle sponde e degli argini fluviali.

Se rapportiamo i dati del 2006 con il numero degli abitanti della provincia di Padova (897.676), si evince che ogni abitante ha prodotto in un anno circa 57 Kg. Ma se osserviamo la tabella 2, che riporta alcuni dati dei comuni padovani, notiamo che non c'è una relazione precisa fra il numero di abitanti e la quantità di biomassa prodotta.

**Tabella 1: La frazione verde dei rifiuti urbani in provincia di Padova (t)**

Bacino	2003	2004	2005	2006
PD1	11.398	13.540	12.955	12.964
PD2	13.585	17.202	17.713	17.397
PD3	8.185	10.413	11.336	11.417
PD4	6.050	7.490	8.129	9.483
TOTALE	39.218	48.647	50.132	51.622

Fonte: Arpa Veneto

**Tabella 2: Produzione della frazione del verde di alcuni comuni del padovano**

Comune	Abitanti	t
Padova	210.301	3.868,63
Cittadella	19.800	1.243,72
Cadoneghe	15.547	759,11
Noventa Padovana	9.705	1.119,39
Saccolongo	4.654	341,42
Pozzonovo	3.631	366,15

Fonte: Arpa Veneto

Confrontando i dati con quelli delle altre province venete (tabella 3) emerge che la provincia di Padova è quella che conferisce agli impianti di compostaggio la maggiore quantità di biomasse legnose.

**Tabella 3: La frazione del verde dei rifiuti urbani in Veneto divisa per provincia (2006, t)**

Bacino	t	%
Belluno	599	0,25
Padova	51.622	21,82
Rovigo	23.557	9,95
Treviso	42.722	18,06
Venezia	49.013	20,72
Vicenza	32.256	13,63
Verona	36.724	15,52
TOTALE	236.492	100

Fonte: Arpa Veneto

Consultando i registri delle aziende che gestiscono i rifiuti vegetali dei comuni è stato possibile dividere la frazione legnosa da quella erbacea; i dati sono raccolti in tabella 4. I residui delle potature, per ragioni di organizzazione aziendale, si concentrano soprattutto in inverno, quando le imprese non sono impegnate con le operazioni di taglio dell'erba.

**Tabella 4: Differenza frazione erbacea da quella legnosa bacino 1 e 2 Padova**

	t	%
Residui erbacei (aprile – ottobre)	18.000	73 %
Residui legnosi (novembre – marzo)	6.500	26 %

Fonte: ETRA

Generalizzando le percentuali per il restante territorio provinciale e acquisendo un dato prudenziale, risulta che la componente utile per le filiere legno-energia è pari al 25% del totale della frazione verde. Ciò significa che nel 2006 le biomasse legnose utilizzabili per produrre combustibili legnosi in provincia di Padova sono state circa **13.000 t/anno e nella regione veneto**

Nonostante l'offerta potenziale di biomasse abbia un certo interesse energetico bisogna sottolineare che questa non è immediatamente valorizzabile in termini energetici, a causa dei molteplici **vincoli strutturali presenti nella gestione del verde urbano** che possono così essere sintetizzati:

- la raccolta è indifferenziata fra residui erbacei e legnosi;
- in città è più difficile allestire piattaforme di produzione del cippato;
- mancano politiche volte a valorizzare i residui legnosi;
- c'è una scarsa conoscenza del sapere tecnico legato alle filiere legno-energia.

### 3.2 Aspetti qualitativi

Dai residui legnosi del verde urbano è possibile ricavare due tipi di combustibili, che a seconda della loro origine e del loro impiego si distinguono in: legna a pezzi e cippato.

**La legna a pezzi** (o tal quale): si ottiene dalle utilizzazioni di alberi o rami aventi diametri superiori ai 15 cm. Si tratta di un combustibile tradizionale che trova largo utilizzo negli impianti termici domestici di piccola taglia e nei forni a legna per la ristorazione. Le specie a legno tenero o leggero come pioppi, salici, tiglio non sono adatte a produrre questo tipo di combustibile.

**Il cippato** è legno ridotto in scaglie lunghe dai 3 ai 10 cm. La materia prima può provenire dalle potature e dagli abbattimenti del verde urbano. Il cippato viene utilizzato prevalentemente nelle centrali di media e grande scala e nell'industria dei pannelli e della pasta da cellulosa. Tale combustibile è quello che si presta meglio a essere prodotto dalla manutenzione del verde urbano. La resa energetica del combustibile non varia a seconda della specie e della pezzatura del residuo legnoso. I residui di conifere ricche di resine e aghi possono dare qualche problema ai processi di cippatura.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche energetiche dei combustibili legnosi. Il potere calorifico di una sostanza combustibile esprime la quantità di energia che può essere ricavata dalla combustione completa di un'unità di peso e questa dipende dal contenuto idrico, come evidenzia la tabella 6. Parte dell'energia liberata nel processo di combustione è infatti assorbita dall'evaporazione dell'acqua e quindi non è disponibile per l'uso termico desiderato.

**Tabella 6: Potere calorifico del legno in relazione al contenuto idrico (w)**

Stato del legno	W (%)	Potere calorifico
Fresco di taglio	50-60	2,0 kWh/kg = 7,2 MJ/kg
Una stagione estiva	25-35	3,4 kWh/kg = 12,2 MJ/kg
Più stagioni estive	15-25	4,0 kWh/kg = 14,4 MJ/kg

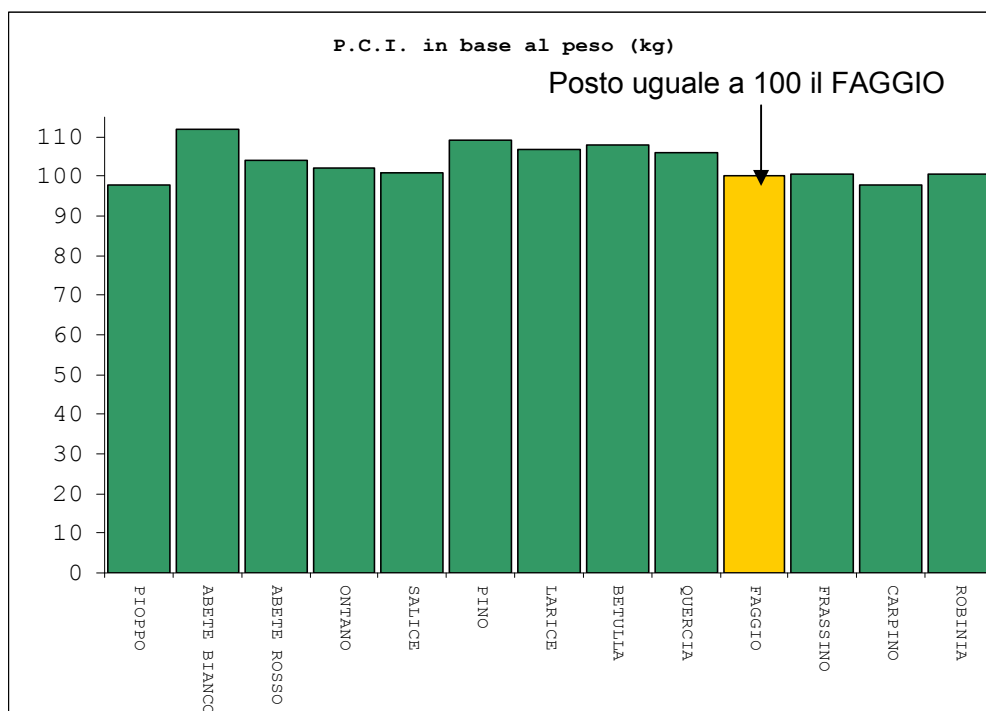
Fonte: AIEL

La tabella 7 riporta i parametri energetici del cippato. E' risaputo che questi a parità di grado di umidità, non dipendono tanto dalla specie arborea di provenienza quanto dal peso del legno (figura 1). La ramaglia fine che proviene dai cantieri di potatura del verde urbano è ricca in corteccia; questa caratteristica tende a ridurre la qualità del combustibile dal momento che in camera di combustione può portare ad un aumento delle percentuali di ceneri.

**Tabella 7: Parametri energetici indicativi del cippato**

	Unità di misura	Valori
Massa sterica	Kg/msr	220-350
Umidità	%	30
Potere calorifico inferiore	kWh/kg	3-3,6
Densità energetica	kWh/msr	935 – 1487
Ceneri	% (in peso)	0,2 – 0,5

Fonte: AIEL

**Figura 1: Potere calorifico del legno in relazione al peso delle diverse specie**

Fonte: AIEL

Dalla tabella 8 si evince che tendenzialmente il legno di latifoglie ha un potere calorifico allo stato anidro leggermente inferiore a quello delle conifere. Jonas e Hartman indicano un solo valore valido sia per le conifere che per le latifoglie rispettivamente 18,9 MJ/kg e 18,5 MJ/kg.



**Tabella 8: Poteri calorifici inferiori al contenuto idrico (w) 13%**

Specie arborea	Contenuto energetico kWh/kg
Faggio	4,0
Pioppo, Acero, Robinia Olmo	4,1
Frassino, quercia	4,2
Larice	4,3
Pino, Douglasia	4,4
Picea, Abete	4,5

Fonte: HOLZ

#### 4. ANALISI DEI CANTIERI DI MANUTENZIONE DEL VERDE URBANO

La **produzione di combustibili legnosi dal verde urbano** dipende dalle caratteristiche peculiari e dalle funzioni specifiche delle diverse tipologie di aree verdi e dalla possibilità di allestire cantieri di abbattimento e potatura economicamente efficienti. Nell'ottica di una gestione razionale del patrimonio arboreo, non tutte le categorie di verde urbano rivestono un interesse per la produzione di combustibili legnosi. Per quanto riguarda il verde storico, il verde ricreativo e quello ornamentale o di arredo, gli interventi sulla componente arborea sono minimali e mirano alla sostituzione di piante morte o pericolanti. In questi casi, nonostante sia possibile ricavare residui legnosi di qualità, non è conveniente attrezzare cantieri di utilizzazione orientati alla produzione di cippato.

Le aree verdi maggiormente interessanti per le filiere legno-energia sono **il verde stradale**, costituito dalle alberature, dagli spartitraffico ed altre sistemazioni viarie e **il verde ambientale**, costituito da aree gestite in maniera estensiva, comprendenti le aste dei fiumi e canali, gli spazi agrari e i boschi periurbani. La tabella 9 riassume le principali tipologie di verde ambientale e riporta i quantitativi di biomasse che si possono ricavare attraverso i regolari interventi di diradamento e di utilizzazione.

**Tabella 9: Principali fonti di combustibili legnosi nelle diverse formazioni forestali che formano il verde ambientale e stima della loro produzione annua (t/ha) in contesto pianura veneta**

Fonte di legno-energia	Bosco ad alto fusto	Bosco ceduo	Banda boscata	Area verde
Diradamenti	1,8-3		-	0,5-0,8
Potatura della chioma			-	0,10-0,15
Utilizzazione forestale		10	20-25	

Fonte: V. Francescato AIEL

Anche i filari alberati possono produrre interessanti quantitativi di legna, questi infatti sono soggetti a potature regolari e a sostituzioni programmate. Il piano del verde della città prevede che ciascun individuo venga potato, a partire dal ventesimo anno di vita della pianta, una volta ogni cinque anni e che ad ogni intervento venga asportato circa il 25% della produzione blastometrica. La tabella 10 consente di stimare la produttività di una singola pianta e di un viale alberato. Nel primo caso per una pianta che raggiunge il turno tecnico a 60 anni possiamo affermare che questa produce 1,1 t di legna (192 kg dalle potature e 910 kg dall'abbattimento). Nel secondo caso da un viale monofilare di alberi di 50 anni messi a dimora con un sesto di impianto di 12 metri lungo la fila è

possibile ricavare circa 300 kg di legna secca attraverso le ordinarie operazioni di potatura.

**Tabella 10: Sviluppo della massa dendrometrica di un albero al variare dell'età e relativa produzione di legna asportata con le potature**

Età della pianta	25	30	35	40	45	50	55	60
Massa dendrometrica <sup>1</sup> m <sup>3</sup>	0,30	0,40	0,55	0,65	0,80	0,90	1,15	1,40
Massa dendrometrica <sup>2</sup> kg (u 15%)	195	260	357,50	422	520	585	747,50	910
Massa blastometrica <sup>3</sup> kg (u 15%)	48,75	65	89,37	105	130	146,25	186,87	227,50
Massa prodotta con le potature <sup>4</sup> kg (u15%)	12,18	16,25	22,34	26,37	32,50	36,56	46,71	56,87

Fonte: ns. elaborazione

#### 4.1 L'utilizzo dei residui legnosi

L'attuale sistema di **smaltimento dei residui legnosi** prevede che questi vengano conferiti presso gli impianti di compostaggio. Le imprese di manutenzione del verde si occupano della raccolta e del conferimento dei residui legnosi che viene utilizzato per dare struttura al compost. Questo sistema risulta essere gravoso per le imprese che devono sostenere dei costi per lo smaltimento dei residui del verde, circa 40 €/t. In questo processo fanno eccezione i topi di legno di grande diametro che servono per la produzione di biofiltri da utilizzare negli impianti di aerazione, che vengono acquistati ad un prezzo di 20 €/t.

Per questa ragione le imprese del verde cercano forme alternative di smaltimento della componente legnosa. Dalle interviste compiute nel corso della ricerca è emerso che la parte più pesante dei residui legnosi viene riutilizzata in vari modi:

- autoconsumo da parte delle imprese di manutenzione del verde;
- distribuzione gratuita ai cittadini nei pressi dei cantieri;
- vendita legna a pezzi per quelle imprese che si sono dotate di macchine taglia spacca;
- cippato e filiera del pannello;
- smaltimento in agricoltura.

<sup>1</sup> La massa di legno della parte epigea dell'albero (fusto e rami) fonte dei dati Hellrigl 1973 e AAVV 2002.

<sup>2</sup> I dati si riferiscono l legname secco con contenuto di umidità pari al 15%, si è considerato un dato medio di 650 kg/m<sup>3</sup> fonte dei dati Giordano.

<sup>3</sup> La massa di legno dei rami di un albero, si considera un 25% della massa dendrometrica

<sup>4</sup> La produzione di legna secca ottenuta dalle potature considerando un taglio pari al 25% della massa blastometrica

Al fine di valutare la convenienza economica si sono confrontate le analisi tecno-economiche delle possibili filiere che utilizzano i residui legnosi provenienti dal verde urbano. La tabella 13 riporta otto tipi di filiera, descritte di seguito in maniera schematica:

**1 la filiera del compost** : il materiale raccolto nel cantiere viene portato direttamente all'impianto di compostaggio che separa e lavora il materiale grezzo. Gli unici ricavi di questa filiera si riferiscono al contributo pubblico per lo smaltimento che è di circa 14 €/t sostanza fresca. I dati si riferiscono al materiale fresco contenuto idrico (w 50%).

**2 - 3 le filiere del pannello**: il materiale raccolto fresco viene cippato e portato tal quale alle industrie del pannello che ritirano il materiale pagando il materiale con prezzi che oscillano a seconda del mercato dai 15 ai 30 €/t (anno 2007). Nelle nostre simulazioni abbiamo considerato un valore medio annuo di 22 €/t. Le filiere differiscono dal grado di meccanizzazione adottata per cippare il materiale, la numero 2 considera una cippatrice con gru azionata da un operatore e da una trattrice da 170 cv (produttività 10 t/h); la numero 3 utilizza una piccola cippatrice azionata da due operatori e da un trattore da 100 cv (produttività 1,5 t/h). Tra i contributi abbiamo inserito anche quello pubblico per lo smaltimento del materiale fresco che, non essendo destinato alla discarica, si aggira attorno a 7 €/t sostanza fresca.

**4 - 5 le filiere del cippato destinato ad impianti termici < 1 MW**: (impianti domestici, minireti di teleriscaldamento). Come nel caso precedente, la differenza fra i cantieri 4 e 5 consiste nel grado di meccanizzazione, mentre le altre voci comprendono, la separazione del materiale in azienda (operazione svolta da un operatore e da una trattrice dotata di gru e pinza idraulica) per omogeneizzare il cippato prodotto, trasporto del cippato stagionato dal deposito del cippato alla bocca della caldaia stimato 10 €/t entro un raggio di 100 km. I ricavi comprendono il contributo pubblico e la vendita del cippato. Per calcolare quest'ultimo dato abbiamo applicato i prezzi maggiormente diffusi nel nord Italia deprezzandoli di un 30% per la perdita di peso del cippato da fresco a stagionato (w:30%).

**6 - 7 le filiere del cippato destinato ad impianti termici < 1 MW**: (grandi impianti di cogenerazione di energia termica ed elettrica presenti nel nord Italia). Anche in questo caso la differenza tra i due cantieri consiste nel grado di meccanizzazione, mentre rispetto alle filiere 4 -5, queste spuntano un prezzo di vendita inferiore e in linea con i mercati nazionali.

**8 la filiera della legna da ardere**: per organizzare la filiera della legna da ardere occorre dotarsi di una macchina taglia spacca. Il materiale grezzo deve essere separato e solo la parte legnosa dei rami e dei fusti medio-piccoli può essere destinato alla produzione di questo tipo di combustibile. I conti economici delle operazioni di taglio si riferiscono ad un cantiere composto da un operatore che utilizza una macchina spacca-legna azionata da una trattrice con alimentazione manuale (due operatori per una produttività di 1 t/h). Il ricavo tiene conto del contributo pubblico e del prezzo della legna da ardere che per una pezzatura omogenea e stagionata oscilla 110 a 130 €/t. Il prezzo considerato in tabella è stato deprezzato del 30 % per considerare la perdita di peso della stagionatura del prodotto.

La reale possibilità di valorizzare energeticamente gli scarti provenienti dal verde urbano richiede un'analisi tecnico-operativa del cantiere di utilizzazione. Questo tipo di considerazioni sono state raccolte nella tabella 14 come punti di forza e punti di debolezza.

**Tabella 13: Analisi economica delle possibili utilizzazioni di una tonnellata di legna di residui del verde urbano**

Filere		Costi €/t				Ricavi €/t		Ricavi – Costi €/t
n.	tipo	separazione e stoccaggio	lavorazione legno (cippatura, taglio e spacco)	Trasporto materiale all'impianto finale	discarica	contributo pubblico	vendita	
1	Filiera del compost	-	-	7,40	38	14	-	- 31,4
2	Filiera del pannello	-	6,40	10	-	7	22	12,60
3	Filiera del pannello	-	30,30	10	-	7	22	-11
4	Filiera del cippato (< 1 MW)	4	6,40	10	-	7	49	35,60
5	Filiera del cippato (< 1 MW)	4	30,30	10	-	7	49	11,70
6	Filiera del cippato (>1 MW)	4	6,40	10	-	7	35	25
7	Filiera del cippato (>1 MW)	4	30,30	10	-	7	35	1,70
8	Filiera della legna a pezzi	4	44	10	-	7	84	33

Fonte: ns. elaborazione

**Tabella 14: Punti di forza e punti di debolezza delle possibili utilizzazioni dei residui del verde urbano**

<b>Filere</b>		<b>Punti di forza</b>	<b>Punti di debolezza</b>
<b>1</b>	<b>Filiera del compost</b>	Minor apporto di lavorazioni secondarie Smaltimento totale dei residui	Costi di smaltimento residui
<b>2 - 3</b>	<b>Filiera del pannello</b>	Smaltimento totale dei residui Vendita del cippato fresco Logistica semplice per la cippatura e il trasporto del cippato	Redditività legata al grado di meccanizzazione Redditività legata al mercato del cippato per i pannelli Scarsità e lontananza delle industrie dei pannelli
<b>4 - 5</b>	<b>Filiera del cippato (&lt; 1 MW)</b>	Buona redditività Possibilità di stipulare contratti di fornitura e di vendita calore Diffusione e vicinanza degli impianti termici a cippato	Redditività legata al grado di meccanizzazione Logistica complicata a causa dei processi di stagionatura del cippato Produzione di scarti di lavorazione (ramaglie troppo fini e scarti di aghifoglie)
<b>6 - 7</b>	<b>Filiera del cippato (&gt;1 MW)</b>	Possibilità di vendere cippato fresco e non omogeneo	Redditività legata al grado di meccanizzazione Logistica complicata a causa dei processi di stagionatura del cippato Produzione di scarti di lavorazione (ramaglie troppo fini e scarti di aghifoglie Redditività legata al mercato del cippato Scarsità e lontananza degli impianti
<b>8</b>	<b>Filiera della legna a pezzi</b>	Buona redditività Largo utilizzo del combustibile	Redditività legata al grado di meccanizzazione Produzione abbondante di scarti di lavorazione Logistica complicata a causa dei processi di stagionatura

Fonte: ns. elaborazione

## 5. PROPOSTE DI FILIERA LEGNO CITTÀ-LEGNO-ENERGIA

Di seguito proponiamo due modelli di filiera che si possono realizzare in Veneto, a patto che si verifichino queste condizioni favorevoli: l'integrazione e la cooperazione tra i diversi attori che operano nella gestione del verde urbano diffondere le tecnologie in grado di produrre e sfruttare i combustibili legnosi  
promuovere politiche che facilitino l'impiego delle biomasse legnose provenienti da boschi periurbani, dai cantieri di abbattimento e potatura.

### 5.1 Il modello della fornitura combustibile

Il primo modello proposto è quello di un'azienda che opera nel verde urbano e che si propone di produrre e conferire combustibili legnosi ottenuti dalla lavorazione dei residui legnosi.

Allo stato attuale, se da un lato l'aumento della domanda dei combustibili alternativi ha scosso i mercati della legna da ardere e del cippato; dall'altro, gli stessi risultano poco trasparenti e non offrono garanzie certe agli operatori economici, a causa dei ritardi da parte del settore pubblico nella creazione di osservatori di mercato e di sistemi di monitoraggio dei prezzi e delle regole di classificazione dei prodotti.

Da una recente indagine condotta da AIEL nelle principali piazze del Nord Italia si evince che i prezzi del cippato (tabella 15) variano notevolmente in funzione del settore energetico che richiede il prodotto e della provenienza della materia prima, mentre quelli della legna a pezzi (tabella 16) variano a seconda della tipologia di assortimento.

**Tabella 15: Prezzi indicativi del cippato rilevati in alcune piazze del Nord Italia**

Settore energetico	Prezzo <sup>1</sup> (€/msr)	Prezzo <sup>1</sup> (€/t) <sup>2</sup>
Piccoli e medi impianti termici(≤ 1MWt)		
Cippato da bosco	18-23	70-90
Cippato da industrie del legno	12-18	50-70
Grandi centrali di teleriscaldamento (1-10 MWt) <sup>3</sup>	10-18	40-70
Cogeneratori e centrali elettriche (>10MW)	0 <sup>4</sup> -10	0 <sup>4</sup> -40

<sup>1</sup> Escluso il trasporto che mediamente ha un costo pari a 10 €/t (trasporto di 80 msr)  
<sup>2</sup> Ipotizzando che 1 msr equivalga mediamente a 0,25 t  
<sup>3</sup> Impiego di legno non contaminato e proveniente per lo più dall'industria del legno  
<sup>4</sup> Impiego di legno contaminato

Fonte: AIEL 2007

**Tabella 16: Prezzi indicativi della legna a pezzi al consumo rilevati nel Nord Italia**

Tipologia di assortimento	Prezzi (w<16%)
Legna in pezzi da 1 m	50 - 70 €/t
Legna in pezzi (tronchetti da 30-40 cm)	110 - 130 €/t

Fonte: AIEL, 2008

## 5.2 Il Modello della vendita calore (Contracting)

Il secondo modello di filiera consiste nella vendita del calore (*contracting*) e questo può essere pensato in due modi:

1) Modello di affidamento della gestione dell'impianto (**EPC, Contratto di Prestazione Energetica**). In questo caso l'Ente Pubblico, realizza l'impianto termico e affida attraverso un contratto la sua gestione ad un'impresa privata che opera nel settore della manutenzione del verde.

### 2) Modello E.S.Co.

E' il caso di un'utenza pubblica o privata che intende richiedere e valutare l'offerta tecnico-economica da parte di una ditta esterna per la distribuzione del servizio calore utilizzando una caldaia alimentata a cippato. In questo tipo di contratti la convenienza si genera dalla quota di risparmio annuo, sulla base del costo a consuntivo dell'energia termica (€/MWh erogato) dalle annate precedenti.

La ESCo provvederà ad acquistare, installare, rifornire di cippato ed eseguire le normali attività di manutenzione ordinaria e straordinaria della centrale, per tutta la durata dei contratti. Il servizio di vendita calore prevede quindi la contabilizzazione dello stesso attraverso strumenti omologati e regolarmente controllati, con i quali si misura l'energia termica (MWh) effettivamente erogata all'utenza e con cadenza periodica sarà inviata la bolletta di pagamento.

In questo caso la E.S.Co può essere costituita da un soggetto che attivo nella manutenzione del verde urbano (cooperativa o impresa).

I due modelli della vendita calore hanno numerosi vantaggi: vi è tutto l'interesse a produrre combustibile di qualità ad elevato contenuto energetico, che garantisce l'ottimale funzionalità dell'impianto; il prezzo del cippato è stabilito sulla base del ricavato dalla vendita dell'energia, perciò aumenta il valore del legno di scarto. Il valore aggiunto dei lavori di gestione e manutenzione dell'impianto termico a legna resta all'impresa del verde urbano.



## CONCLUSIONI

L'aspetto che è stato principalmente considerato nello svolgimento del presente studio è quello relativo alla conoscenza delle potenzialità energetiche dei residui legnosi provenienti dal verde urbano. L'indagine svolta sulla quantità di biomassa legnosa ha messo in luce che una parte consistente delle biomasse legnose, difficilmente stimabile, non viene utilizzata in modo economicamente efficace ed energeticamente efficiente.

Dagli elementi fin qui raccolti abbiamo potuto constatare che le caratteristiche qualitative dei residui legnosi del verde urbano e quelle tecnico-economiche delle filiere città-legno-energia consentono alle imprese del verde di valutare la possibilità di operare investimenti al fine di produrre e vendere combustibili legnosi e servizi energetici.

Va comunque approfondito l'aspetto dell'eventuale concorrenza fra le filiere energetiche e quelle del compost. Quest'ultima svolge un ruolo insostituibile nell'efficienza della raccolta differenziata dei rifiuti e per tale ragione deve essere garantito l'apporto di una percentuale di legno agli impianti di compostaggio.

La graduale diffusione dell'uso delle biomasse legnose a fini energetici attraverso impianti termici di piccola e media scala nel medio periodo potrebbe portare ad una maggiore possibilità di valorizzazione energetica dei residui legnosi. Se a questo aspetto aggiungiamo il conseguente aumento della conoscenza tecnica dei combustibili legnosi e delle innovazioni tecnologiche per produrli e utilizzarli, possiamo aspettarci numerosi benefici economici, sociali e ambientali. I soggetti principalmente indicati a diventare protagonisti di queste filiere sono le imprese del verde urbano che in questo modo possono differenziare la vendita di prodotti e servizi, soprattutto nei mesi autunnali e invernali.

Per fare in modo che si verifichino tali scenari occorre stimolare un adeguamento normativo, una revisione razionale dei piani di gestione del verde urbano e un'efficace campagna di formazione tecnica e di comunicazione ambientale sui temi delle filiere legno-energia.

## Bibliografia

- AA.VV. (2006). Produzione ed uso energetico del legno nell'azienda agricola. Camera del Commercio Industria Artigianato Agricoltura Padova (CCIAA), Associazione Italiana Energie Agro-Forestali (AIEL) Legnaro (Padova).
- AIEL (2002). La produzione potenziale di legno-energia nella terraferma del Comune di Venezia. Rapporto di Ricerca. Associazione Italiana Energie Agro-Forestali (AIEL), Legnaro (Padova).
- AIEL (2004). Energia del legno. Nozioni, concetti e numeri di base. Associazione Italiana Energie Agro-Forestali (AIEL), Legnaro (Padova).
- APAT (2003). Le biomasse legnose - Un'indagine sulle potenzialità del settore forestale italiano nell'offerta di fonti di energia. Rapporto 30/2003, a cura dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici (APAT), Roma.
- Bisoffi, S., Faciotto, G. (2000). I cedui a turno breve. *Sherwood* 59 (8), pp. 21 – 23.
- Casini, L. (in press). L'andamento dei prezzi del legname in Toscana. *Sherwood*
- Giordano, G. (1995). Tecnologia del legno. UTET, Milano.
- Hellrigl, B. (2007). Elementi di xiloenergetica. AIEL, Padova.
- Istat (2001). Quinto Censimento Generale dell'Agricoltura. Istituto Nazionale di Statistica, Roma.
- ITABIA (1995). AFB-NETT Agricultural and Forestry Biomass. Altener Programme, Final Report. Italian Biomass Association, ITABIA, Roma.
- Pettenella, D., Masiero, M. (2006). Analisi dell'offerta nazionale di biomassa legnosa. Contributo al Progetto di ricerca: Politiche dell'energia rinnovabile da biomassa e filiere industriali del legno in Italia, a cura del CERIS-CNR, Milano.
- Pari, L., Rossi F., Gallucci, F. (2006). Cresce la domanda di biomassa utilizzata a fini energetici. *L'Informatore agrario* (28), p. 27-30.
- Spinelli, R., Spinelli, R. (1998). La raccolta della biomassa di scarto nella pioppicoltura. *Legno Cellulosa Carta*, 1.
- Spinelli, R., Spinelli, R. (1998a). La raccolta delle ceppaie di pioppo. *Legno Cellulosa Carta*, 3.

## Siti web

- <http://www.arpa.veneto.it/indice.asp?l=rifiuti.htm>  
[www.aiel.cia.it](http://www.aiel.cia.it)  
[www.sian.it/inventarioforestale/jsp/home.jsp](http://www.sian.it/inventarioforestale/jsp/home.jsp)  
[www.venetoagricoltura.org](http://www.venetoagricoltura.org)  
[www.tesaf.unipd.it](http://www.tesaf.unipd.it)