



---

## Progetto per la realizzazione di *Piattaforme Biomasse* Logistico-Commerciale in Regione Friuli Venezia Giulia

---

**AIEL** - Associazione Italiana Energie Agroforestali - Legnaro (PD)

Dr. For. Valter Francescato - Dr. For. Eliseo Antonini

Con la consulenza scientifica di:

**TESAF** - Dip. Territorio e Sistemi Agroforestali - Università di Padova - Legnaro (PD)

Prof. Raffaele Cavalli e PhD Dr. For. Stefano Grigolato

## INTRODUZIONE

Con il presente lavoro sono stati trattati gli argomenti oggetto dell'incarico conferito ad AIEL dalla Direzione Centrale Risorse Agricole, Naturali, Forestali e Montagna della Regione Friuli Venezia Giulia - Servizio Gestione Forestale e Antincendio Boschivo (Udine).

Il lavoro è stato suddiviso in **due distinte parti**:

- nella **prima parte**, sulla base dei dati contenuti nelle relazioni forestali effettuate di recente dalle quattro Comunità Montane (CM), con l'integrazione di altre informazioni reperite presso gli uffici della Regione, è stata quantificata la biomassa forestale potenzialmente e realmente ritraibile dalle superfici forestali delle CM.

In questa fase del lavoro la biomassa di origine forestale è stata caratterizzata anche sotto il profilo qualitativo, allo scopo di quantificare quella destinabile potenzialmente, oltre che ai piccoli medi impianti, anche ad un'eventuale filiera del pellet a scala regionale.

Sempre in questa prima parte, con elaborazioni *GIS-based*, sono state individuate le aree più idonee alla localizzazione di piattaforme logistico commerciali nei territori delle CM. I risultati di questa analisi, hanno permesso di fornire delle indicazioni sulla loro localizzazione e/o ri-collocazione rispetto ai siti già indicati delle CM alla Regione.

- La **seconda parte** affronta gli aspetti realizzativi di una piattaforma biomasse tipo, replicabile nei vari siti di collocazione ideali delle piattaforme regionali. Sono stati trattati in dettaglio gli aspetti logistico-commerciali della produzione di cippato di diverse classi qualitative, sono state poi descritte le infrastrutture, le macchine, le attrezzature e le strumentazioni di cui la piattaforma deve dotarsi, allegando una planimetria della piattaforma tipo con indicazioni dimensionali di dettaglio.

Infine, sono state fornite indicazioni dei rispettivi costi di investimento della piattaforma.

## INDICE

Parte 1: QUANTI-QUALIFICAZIONE DEL CIPPATO FORESTALE E LOCALIZZAZIONE DELLE PIATTAFORME BIOMASSE .....	4
1 OBIETTIVI.....	4
1.1 Organizzazione del lavoro .....	4
1.2 quantificazione e classificazione delle biomasse FORESTALI REGIONALI.....	4
1.2.1 Acquisizione informazioni e dati .....	4
1.2.2 Analisi delle informazioni e dei dati acquisiti.....	5
1.2.3 Strumenti.....	7
1.2.4 Sviluppo dello studio per la definizione degli indici territoriali.....	8
1.2.5 Definizione degli Indici territoriali.....	8
2 RISULTATI .....	10
2.1 Disponibilità di biomasse legnose di origine forestale .....	10
2.2 Localizzazione delle piattaforme biomasse regionali .....	22
3 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI .....	
Parte 2: PIATTAFORMA BIOMASSE: CENTRO LOGISTICO PER LA PREPARAZIONE E COMMERCIALIZZAZIONE DEL CIPPATO DI QUALITÀ “A”.....	27
1 qualità del cippato: requisiti normativi e strumenti per la determinazione .....	27
1.1 la pezzatura.....	27
1.2 il contenuto idrico .....	29
2 aspetti logistici e commerciali.....	31
2.1 “cippatura sul secco”: cippato di qualità “A” .....	31
2.2 “Cippatura sull’umido”: aspetti della conservazione e della stagionatura del cippato .....	34
2.3 Caratteristiche strutturali delle coperture ventilate per la conservazione e stagionatura del cippato .....	39
3.2 “cippatura sull’umido”: cippato di qualità “B”.....	41
3 PROGETTAZIONE PRELIMINARE PER LA REALIZZAZIONE DI PIATTAFORME BIOMASSE REGIONALI .....	42
Bibliografia .....	49
ALLEGATI .....	52

## PARTE 1: QUANTI-QUALIFICAZIONE DEL CIPPATO FORESTALE E LOCALIZZAZIONE DELLE PIATTAFORME BIOMASSE

### 1 OBIETTIVI

In questa prima parte l'attività di ricerca e analisi ha avuto due obiettivi:

- la quantificazione e la qualificazione delle biomasse forestali ritraibili all'interno dei territori delle quattro Comunità Montane (CM), al fine di verificare la fattibilità di *piattaforme biomasse* delocalizzate per la produzione e la commercializzazione di cippato forestale da destinare sia ai locali impianti termici e cogeneranti che ad un eventuale pellettificio operante su scala regionale;
- l'individuazione preliminare delle aree del territorio regionale più idonee ad ospitare le eventuali *piattaforme biomasse*.

#### 1.1 ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO

Lo studio preliminare sulla definizione delle piattaforme biomasse, centri logistici per la preparazione e commercializzazione di combustibili legnosi, ha previsto due principali linee di lavoro:

1. Quantificazione della biomassa forestale prelevabile e conferibile a piattaforme biomasse:
  - caratterizzazione territoriale e analisi delle potenzialità produttive sulla base di dati reperibili in letteratura da studi forestali effettuati precedentemente dalle CM. Analisi supportata da elaborazioni *GIS-based*.
2. Localizzazione delle piattaforme regionali:
  - caratterizzazione territoriale al fine di individuare le aree più idonee alla localizzazione delle piattaforme biomasse regionali, per il conferimento e la produzione di cippato forestale. Analisi supportata da elaborazioni *GIS-based*.

#### 1.2 QUANTIFICAZIONE E CLASSIFICAZIONE DELLE BIOMASSE FORESTALI REGIONALI

##### 1.2.1 Acquisizione informazioni e dati

Per raggiungere gli obiettivi del presente studio e al fine di inquadrare il territorio regionale dal punto di vista delle sue potenzialità in termini d'offerta di massa forestale ritraibile, sono stati acquisiti - presso la Direzione Centrale delle Risorse Agricole, Naturali, Forestali e Montagna della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - informazioni, dati cartografici di base e diversi altri tematismi georeferenziati ed elaborati in precedenti lavori e progetti.

I dati cartografici e i *database* geografici acquisiti sono stati i seguenti:

- Confini regionali;
- Confini comunali;
- Confini Comunità Montane;

- Catasto;
- Viabilità Amministrativa;
- Viabilità Forestale: database Viabilità Esistente (*ViaEs*);
- Viabilità Forestale: database Viabilità Programmata (*ViaPro*);
- Piani di Gestione Forestale;
- CTR 1:10000;
- Ortofoto Volo 2003;
- Modello Digitale del Terreno (*cell size* 40 m x 40 m).

Per quanto riguarda i tematismi:

- Carta Uso del Suolo *Corine*;
- Tipi Forestali;
- Limite e attitudine del bosco (*BoAtt*);
- Stato di servizio attuale del bosco (*BoServA*);
- Stato di servizio futuro del bosco (*BoServF*).

Il lavoro, inoltre, ha fatto riferimento specifico agli studi forestali recentemente realizzati dalle quattro Comunità Montane. I lavori di riferimento sono stati tutti sviluppati all'interno del Programma di Iniziativa Comunitaria INTERREG III A. Italia-Slovenia 2000-2006: *Studio per l'individuazione, l'organizzazione e la gestione di un bacino territoriale transfrontaliero per la valorizzazione a fini energetici delle Biomasse Forestali*.

#### 1.2.2 Analisi delle informazioni e dei dati acquisiti

I vari *geodatabase* (file cartografici vettoriali con funzione di *database*) e i tematismi di supporto all'elaborazione dell'indice di vocazionalità e caratterizzazione territoriale sono stati acquisiti direttamente dalla Direzione Centrale Risorse Agricole, Naturali, Forestali e Montagna delle Regione. In seguito all'acquisizione delle informazioni, si è analizzato il loro livello di dettaglio e la successiva possibilità di un loro impiego nelle elaborazioni.

Per la definizione degli indici territoriali sulla "vocazione", qui intesa come la predisposizione di una superficie forestale alla produzione di biomasse forestali (Comunità Montana della Carnia, 2006), sono stati ripresi e riconsiderati i quattro studi forestali realizzati dalle CM (Comunità Montana del Friuli Occidentale, 2006; Comunità Montana del Gemonese, Canal del Ferro e Val Canale, 2006; Comunità Montana della Carnia, 2006 e Comunità Montana della Torre, Natisone e Collio, 2006). I suddetti lavori hanno avuto un ruolo fondamentale per definire l'indice di vocazionalità del territorio e quantificare la disponibilità potenziale di massa (biomassa forestale) ritraibile a fini energetici.

Integrando i dati reperiti attraverso le relazioni acquisite con le informazioni ricavate direttamente intervistando alcune imprese boschive e operatori forestali, si è potuto procedere a definire i termini per classificare il cippato in due classi qualitative. In funzione della tipologia della massa forestale ritraibile (in forma residuale o come tondame o sottomisure), il cippato ottenibile è stato classificato come cippato di qualità A e cippato di qualità B.

In relazione all'indice di accessibilità delle aree forestali, lo studio ha considerato, invece, altri precedenti lavori predisposti dalla Direzione Centrale Risorse Agricole, Naturali, Forestali e Montagna delle Regione (Regione Autonoma Friuli-Venezia-Giulia, 1999) in relazione alla realizzazione della cartografia tematica della viabilità forestale, dei tipi strutturali e dei tipi forestali.

Per l'aspetto riguardante lo studio della viabilità e dell'accessibilità sono stati esaminati e applicati tre *geodatabase*: viabilità amministrativa, viabilità forestale esistente e viabilità forestale programmata. Inoltre, sono stati acquisiti i tematismi concernenti l'attitudine del bosco e quelli relativi al grado di servizio del bosco determinati precedentemente (Regione Autonoma Friuli-Venezia-Giulia, 1999) in relazione alla viabilità forestale e quella amministrativa esistente.

I tre *geodatabase* relativi alla viabilità non sono risultati, però, adatti alle elaborazioni. In molti casi non si presentava, infatti, continuità tra un *geodatabase* e l'altro: in alcuni punti la viabilità forestale non risulta collegata nei vertici alla stessa viabilità amministrativa (Figura 1). I *geodatabase* relativi alle diverse tipologie di viabilità sono stati, quindi, impiegati solo a livello interrogativo e non di elaborazione.

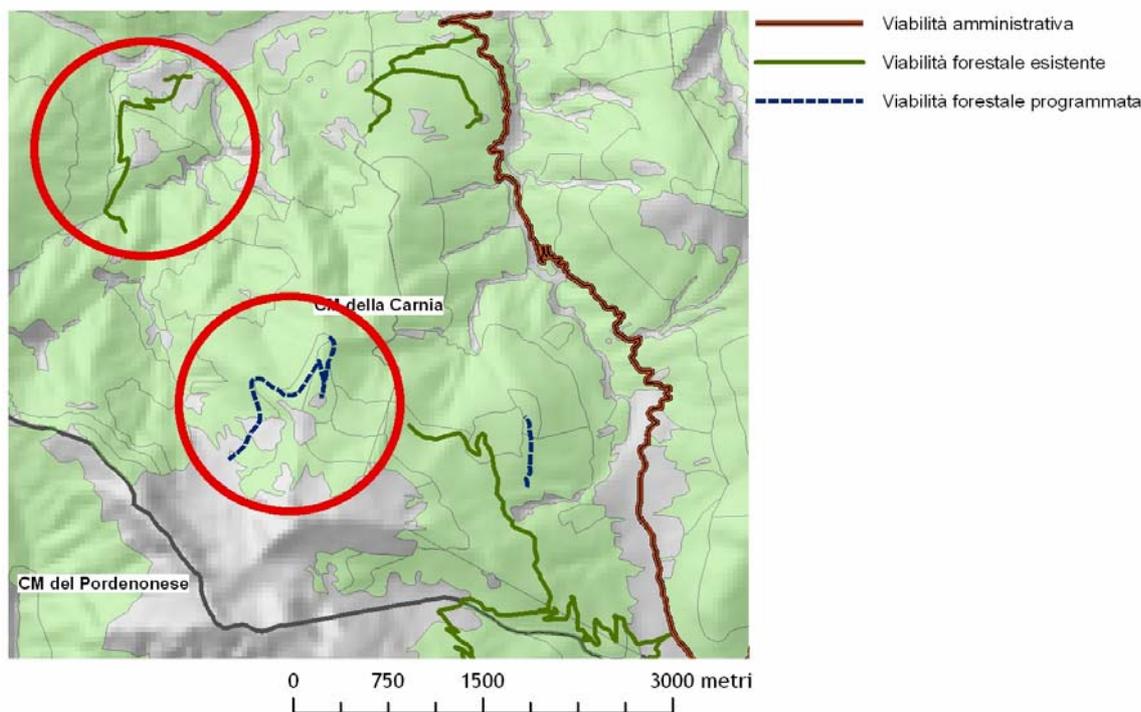


Figura 1: particolare sui dati cartografici relativi alla viabilità

Le elaborazioni e le analisi riguardanti l'accessibilità delle aree forestali produttive sono state affrontate con l'impiego dei tematismi in uso presso la Regione (Figura 2): tematismo relativo all'attitudine della superficie forestale (*BoAtt*) e tematismo relativo allo stato di servizio attuale in relazione alla viabilità forestale presente e quella programmata (*ViaEs* e *ViaProg*). Si deve sottolineare che questi tematismi si basano su l'elaborazione dei Piani di Gestione prima del 1999 e quindi su dati raccolti tra il 1998 e il 1999, basati su rilievi degli anni '80 (Regione Autonoma Friuli-Venezia-Giulia, 1999). Ne consegue che le presenti elaborazioni si sono basate su dati non aggiornati.

Per quanto riguarda il tematismo dei tipi forestali in Friuli Venezia Giulia (Regione Autonoma Friuli-Venezia-Giulia, 1999), si è acquisito anche in questo caso un tematismo pubblicato e disponibile presso gli uffici della Regione.

Al fine di semplificare la gestione dei dati e le successive elaborazione, i dati acquisiti sono stati inquadrati esclusivamente per le aree rientranti nelle Comunità Montane della Regione e rielaborati in funzione delle successive operazioni (Tabella 1):

Tabella 1: cartografia e file tematici impiegati a supporto delle elaborazione

File di Origine	Tipologia	Formato	Descrizione
DbPrior_0503_Strada_Amministrativa	polilinea	.shp	Viabilità ordinaria
ViaEs	polilinea	.shp	Viabilità forestale attuale
ViaProg	Polilinea	.shp	Viabilità forestale di progetto
BoAtt	poligono	.shp	Attitudine del bosco
BoServA	poligono	.shp	Stato servizio attuale presente
BoAtt - BosServA	poligono	.shp	Stato servizio attuale mancante
Tipi_forestali	Poligono	.shp	Tipi forestali

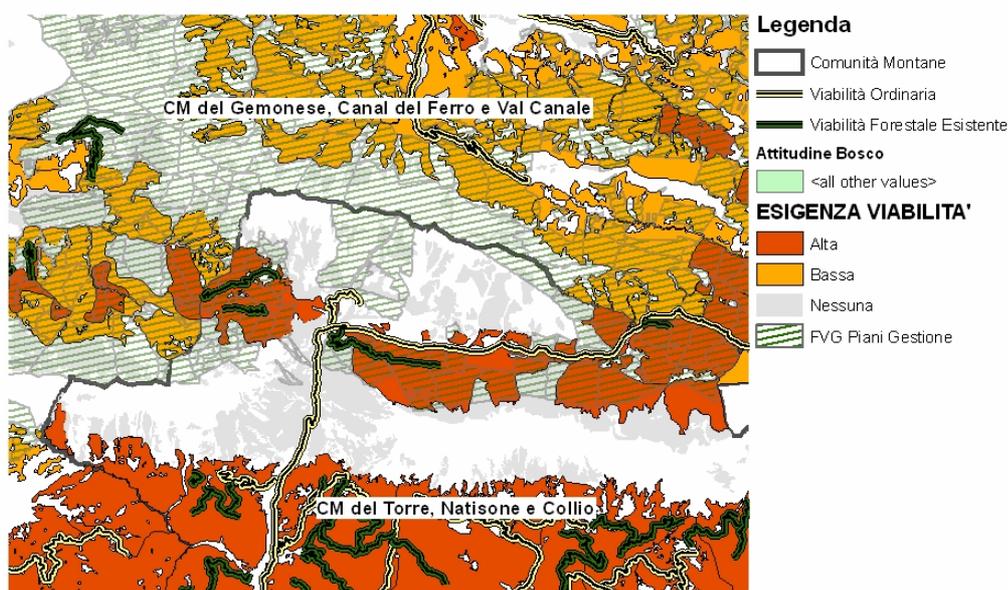


Figura 2: visualizzazione dei tematismi BoAtt, viabilità amministrativa e forestale esistente

### 1.2.3 Strumenti

Il presente lavoro è stato supportato da una specifica elaborazione GIS-based che ha previsto la predisposizione di una matrice di elaborazione con lo scopo di caratterizzare, dal punto di vista dell'approvvigionamento delle biomasse forestale a fini energetici, la superficie regionale rientrante nelle Comunità Montane. Le elaborazioni sono state eseguite con il supporto di ArcGIS 9.1 (ESRI, 2007). In

particolare sono stati utilizzati specifici strumenti (*tools*) disponibili con le estensioni *Spatial Analysis* e *Geostatistical Analysis*.

#### 1.2.4 Sviluppo dello studio per la definizione degli indici territoriali

In seguito si riportano schematicamente le linee di sviluppo seguite per la definizione degli indici territoriali e l'individuazione delle aree regionali più vocate alla realizzazione di piattaforme per la produzione di cippato forestale (Figura 3).

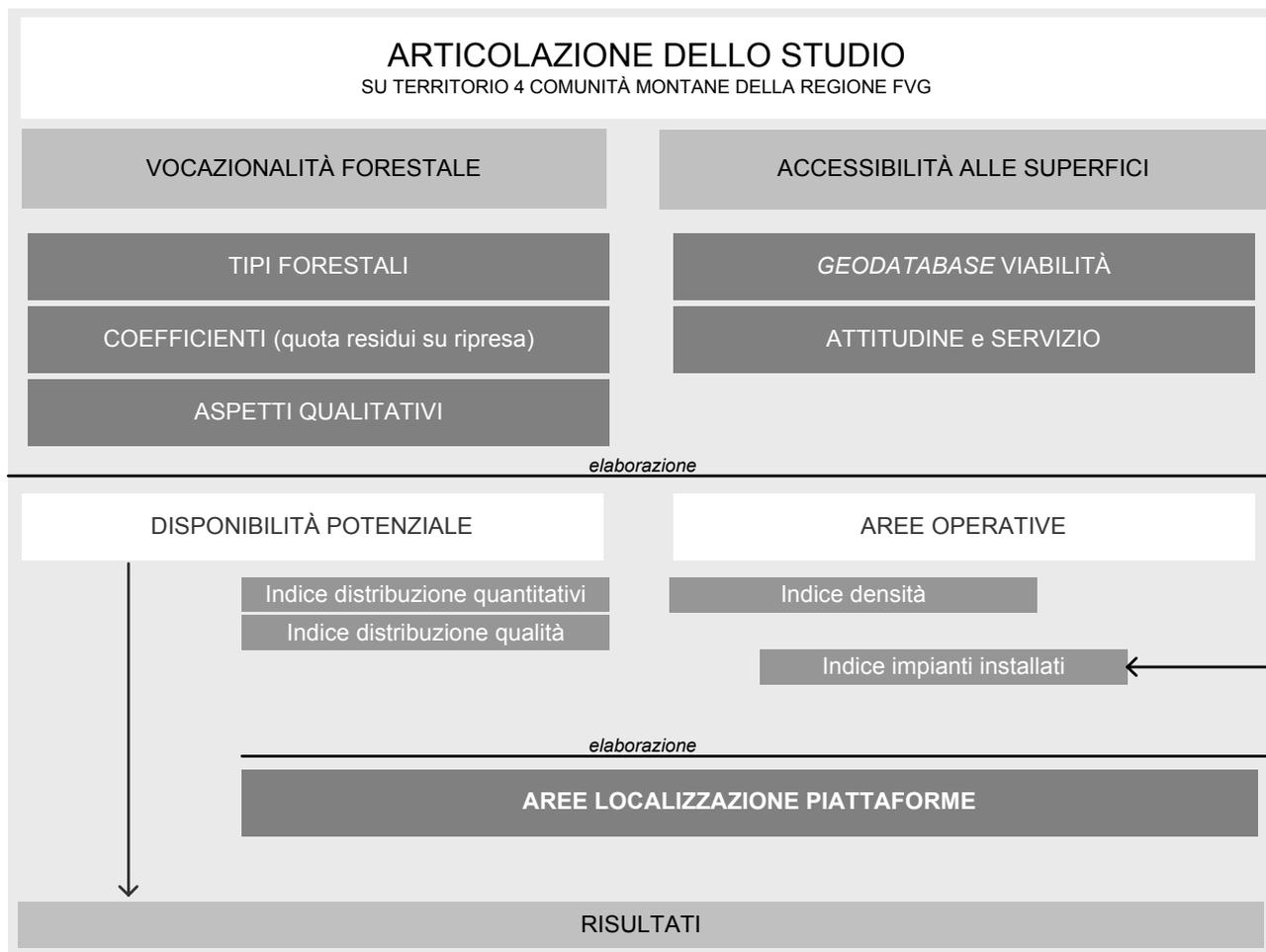


Figura 3: articolazione dello studio per la parte 1 - quantificazione e qualificazione del cippato forestale e individuazione delle aree idonee alla realizzazione di piattaforme biomasse

#### 1.2.5 Definizione degli Indici territoriali

##### **Indice di vocazionalità delle aree forestali**

Per valutare l'indice di vocazionalità, ossia la disponibilità per ettaro di biomasse legnose conferibili alla piattaforma logistico-commerciale, sono stati definiti degli indici (coefficienti percentuali) di massa ritraibile (MR) a metro cubo utilizzato, specifici per ciascun tipo forestale. Gli indici sono stati definiti sulla base delle relazioni forestali acquisite dalle CM e successivamente rielaborati. Gli indici (Allegato A) sono stati in seguito utilizzati per elaborare, dal punto di vista spaziale, l'indice di vocazionalità MR. Dai lavori consultati è stato possibile, nei limiti dei dati a disposizione, caratterizzare gli indici specificatamente per ciascuna Comunità Montana. All'indice MR è stato poi associato un indice di qualità.

Questo ultimo permette, in seguito, di stabilire la quantità di cippato ritraibile in funzione della sua destinazione: piccolo e medio impianto a griglia fissa o medio e grande impianto a griglia mobile.

Sono state definite di conseguenza due classi di qualità per MR, e di conseguenza di cippato, così come di seguito riportate:

- **Qualità A:** massa ritraibile adatta alla produzione di cippato di alta qualità, per l'impiego in piccole e medie caldaie a cippato e destinabile ad un eventuale pellettificio regionale. La produzione di cippato forestale di alta qualità ( $w < 30\%$ ) è esclusiva delle piattaforme biomasse, ossia dei centri logistici per la preparazione e commercializzazione dei combustibili legnosi. La MR da cui ottenere cippato di alta qualità A fa riferimento a tonname di scarsa qualità tecnologica (indicato nelle relazioni consultate come legname ricadente nelle classi di classificazione D e T) e di residui come ramaglia provenienti dalla utilizzazione dei cedui. Inoltre, dovrebbe essere ottenuto da diametri minimi di 5 cm per limitare il contenuto di corteccia e di conseguenza di cenere.
- **Qualità B:** massa ritraibile adatta alla produzione di cippato di scarsa qualità, in termini di contenuto idrico ( $w > 45\%$ ) e composizione (alta presenza di verde come aghi). La destinazione di questa biomassa forestale è esclusiva di impianti dotati di griglia mobile e adatti ad essere alimentati con materiale umido. La MR di qualità B è stata riferita alla ramaglia di conifera e alla massa ritraibile da alcune tipi forestali che presentano un alta percentuale di pioppo e salice (biomassa non "accettata" da molti impianti termici). L'approvvigionamento di questo materiale non prevede uno stoccaggio intermedio, ma un conferimento diretto all'impianto.

Maggiori dettagli sulle caratteristiche del cippato di qualità A e B, sugli aspetti logistici della loro produzione e sull'idoneità all'impiego nei differenti tipi di generatori sono stati riportati nella parte 2 del presente lavoro.

#### ***Accessibilità alle aree forestali produttive***

In seguito alla valutazione qualitativa dei dati di viabilità forestale (Figura 1), l'accessibilità alle aree forestali produttive è stata considerata attraverso il tematismo informativo già in dotazione alla Regione. Il tematismo impiegato (Regione Autonoma Friuli-Venezia-Giulia, 1999) è stato adattato per l'elaborazione riferita esclusivamente ai territori delle Comunità Montane. Il tematismo *BoServA.shp*. definisce le aree forestali in relazione al loro livello di accessibilità (o servizio). Le classi definite sono: A - servizio "alto", B - servizio "basso", N - servizio "nullo". Nella fase di rielaborazione, poiché non tutte le aree erano coperte da questo tematismo, nella classe N sono rientrate anche le aree (ND) di cui non si aveva l'indice di servizio.

## 2 RISULTATI

### 2.1 DISPONIBILITÀ DI BIOMASSE LEGNOSE DI ORIGINE FORESTALE

#### ***Biomassa forestale potenziale massima***

Dall'analisi della superficie forestale, in relazione alla distribuzione delle tipologie forestali nelle Comunità Montane indagate, risulta che il potenziale massimo ricavabile dalla disponibilità dei residui delle utilizzazioni e dalla disponibilità di tondame di scarsa qualità, corrisponde annualmente a circa **72.600 t<sub>w30</sub>** ovvero con un contenuto idrico (W) del 30%.

Il potenziale qui presentato non tiene conto della riduzione che si dovrebbe applicare nel momento in cui si considera che la superficie forestale fruibile è quella limitata allo stato di servizio della superficie forestale (accessibilità). Allo stesso tempo questo potenziale non dà indicazioni sulla qualità del cippato ricavabile. I risultati riportati in Figura 4 rappresentano, quindi, il massimo potenziale ricavabile in termini di massa (W30) dalle superfici forestali pubbliche e private per ciascuna delle Comunità Montane della Regione. In Figura 5, invece, si riporta lo stesso quantitativo espresso in termini d'energia primaria (MWh<sub>w30</sub>) ricavabile annualmente dalla superficie forestale.

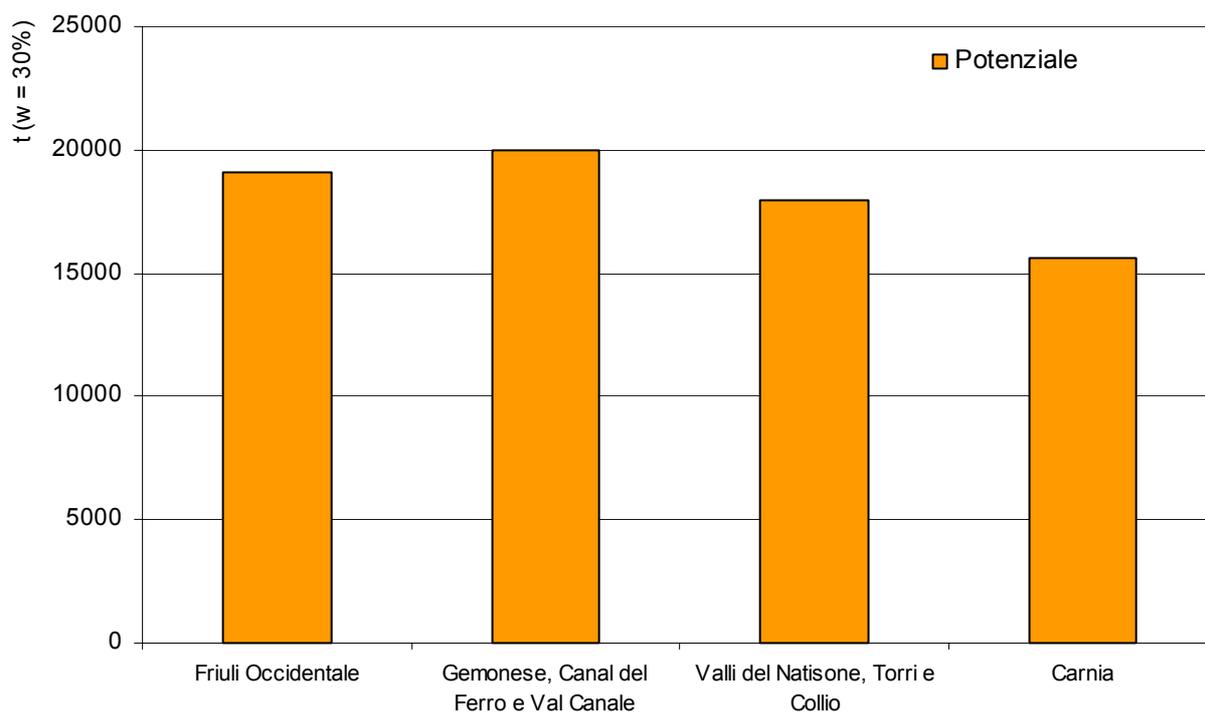


Figura 4: potenziale massimo in t<sub>w30</sub> disponibile annualmente nelle CM

Si riporta, inoltre, il risultato in termini di distribuzione spaziale del potenziale sia ponderale (t/ha), che dendroenergetico (MWh/ha). La rappresentazione spaziale rappresenta la superficie forestale così come riportata dalla carta tematica delle tipologie forestali. Il tematismo è stato successivamente integrato con gli indici ad ettaro relativi alla massa e all'energia ritraibili per ciascuna tipologia (Figura 6 e Figura 7). Dalle rappresentazioni spaziali è evidente che la Comunità Montana del Torre, Natisone e Collio, in

termini di potenziale riferito ad ettaro di superficie forestale, presenta la migliore situazione. In termini di quantitativo complessivo, la Comunità Montana del Gemonese, Canal del Ferro e Val Canale e la Comunità Montana del Friuli Occidentale presentano i valori più elevati sia in termini di massa ritraibile che in termini energetici che annualmente potrebbero potenzialmente essere prelevati.

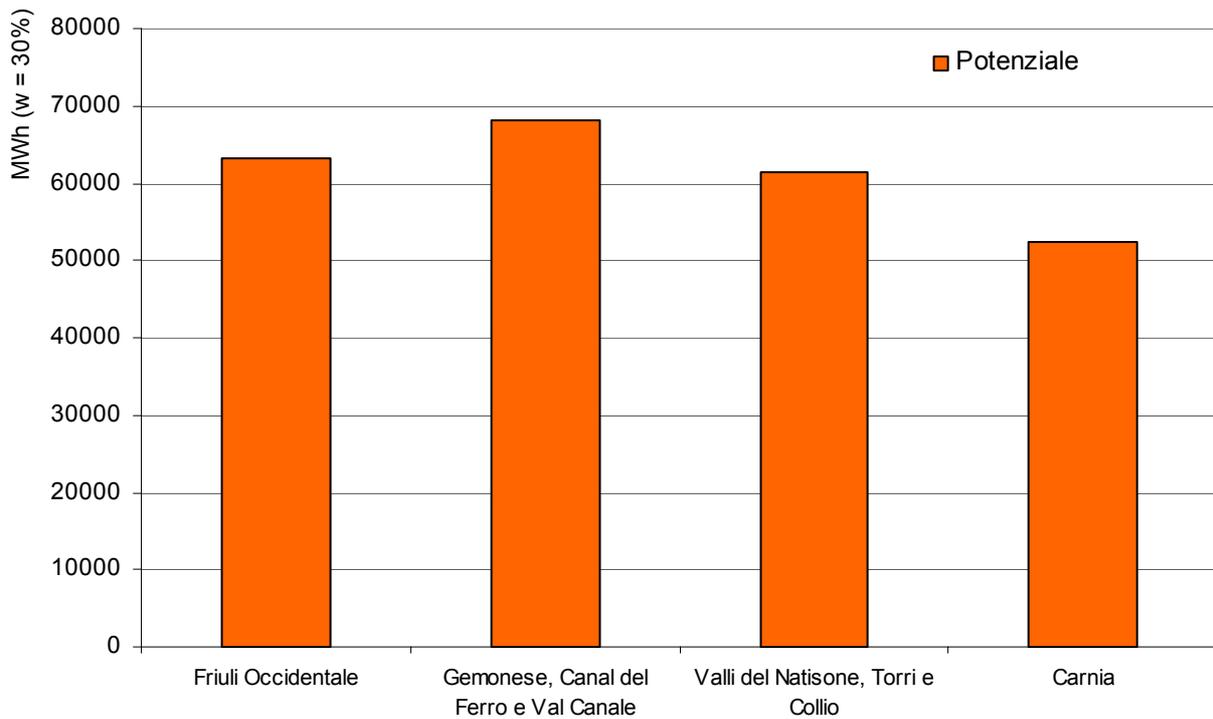


Figura 5: potenziale massimo dendroenergetico (MWh) disponibile annualmente nelle CM

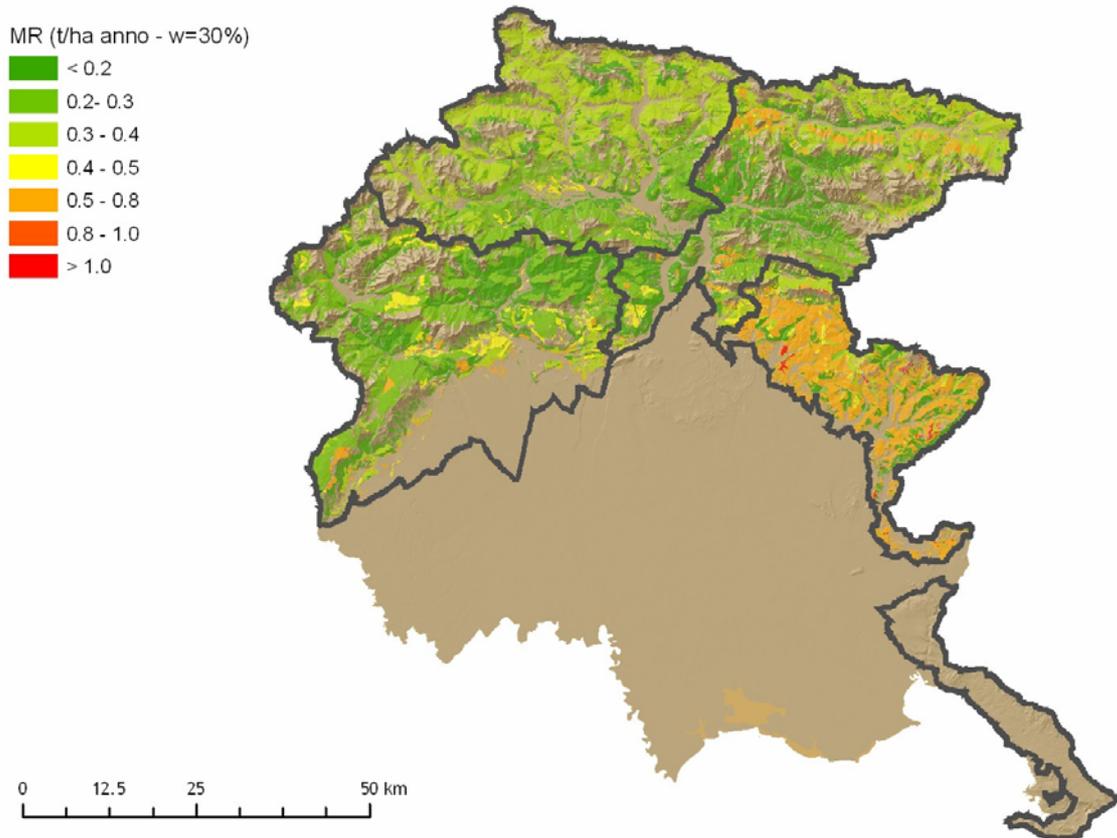


Figura 6: distribuzione della Massa Ritraibile - MR (t/ha/anno) sul territorio delle CM (W30)

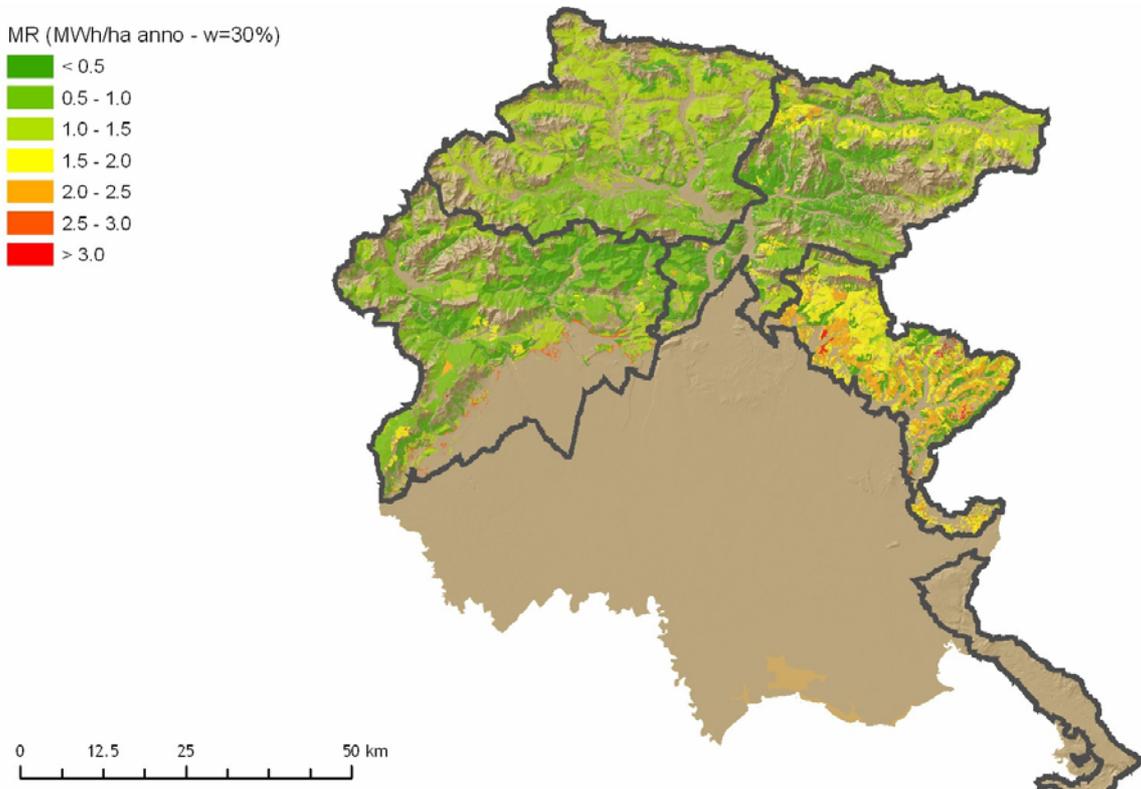


Figura 7: distribuzione del potenziale (MWh/ha anno) su territorio delle CM (W30)

***Biomassa forestale potenziale in relazione allo stato di servizio e classe di qualità del cippato***

Di seguito si riporta il potenziale di biomassa forestale che può essere ricavabile dalle superfici forestali produttive servite. Il presente risultato discrimina le aree forestali che non sono servite da viabilità agro-silvo-pastorale. I risultati presentano i valori sia in riferimento alle superfici ben servite sia alle superfici che presentano un livello di servizio basso.

In questi risultati, quindi, per quantitativo destinabile si considera quella biomassa forestale che facilmente può essere recuperata in quanto si colloca all'interno delle aree forestali ben servite così come indicate dai tematismi cartografici forniti dalla Regione (Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, 1999).

I quantitativi riportati sono il risultato di una specifica analisi *GIS-based* che ha considerato il diverso livello di accessibilità delle aree forestali. I risultati, inoltre, presentano i quantitativi in relazione alla qualità dello stesso cippato ottenibile (Tabella 2). I quantitativi riportati sono suddivisi in qualità A, che fa riferimento alla massa ritraibile da cui si può ricavare cippato forestale adatto ai piccoli impianti ed eventualmente destinabile ad un pellettificio regionale, e qualità B, che fa riferimento alla massa ritraibile da cui può essere ricavato cippato forestale che per contenuto idrico, contenuto di corteccia e qualità dimensionale può essere destinato esclusivamente ad impianti di grossa taglia dotati di un sistema di alimentazione ed una tecnologia di combustione in grado di tollerare questo tipo di combustibile. I risultati sono presentati sia in modo specifico per ciascuna Comunità Montana, quanto per l'intera Regione (per il territorio coperto dall'insieme delle Comunità Montane) (Figura 8, Figura 9, Figura 10 e Figura 11). Per ciascuna Comunità Montana si riporta, inoltre, la proporzione dei quantitativi di massa ritraibile in relazione alla qualità del cippato ottenibile (Figura 12).

Si nota che per le Comunità Montane del Torre, Natisone e Collio e quella del Friuli Occidentale, la qualità A risulta essere la più disponibile.

Tabella 2: Quantificazione potenziale complessiva delle aree con buono e basso livello di servizio in funzione della qualità del cippato ricavabile

Quantificazione		W30	F. Occidentale	Gemonese, CFe VC	Torre Natis. C.	Carnia	TOTALE
		unità	-	-	-	-	-
<b>Potenziale</b>							
PA	Qualità A	t	11.703	9.319	18.254	10.155	49.431
PB	Qualità B	t	3.888	8.616	866	9.792	23.163
<b>PT</b>	<b>Totale</b>	<b>t</b>	<b>15.591</b>	<b>17.935</b>	<b>19.120</b>	<b>19.947</b>	<b>72.594</b>
<b>Aree ben servite</b>							
AA	Qualità A	t	7.869	3.657	12.303	3.695	27.524
AB	Qualità B	t	45	3.623	596	4.455	8.718
<b>AT</b>	<b>Totale</b>	<b>t</b>	<b>7.915</b>	<b>7.279</b>	<b>12.898</b>	<b>8.150</b>	<b>36.242</b>
<b>Aree poco servite</b>							
BA	Qualità A	t	1.457	2.516	2.581	2.947	9.501
BB	Qualità B	t	2.546	2.308	51	3.029	7.935
<b>BT</b>	<b>Totale</b>	<b>t</b>	<b>4.003</b>	<b>4.824</b>	<b>2.632</b>	<b>5.976</b>	<b>17.435</b>
<b>Max. aree servite</b>							
A	AA+BA	t	9.326	6.172	14.884	6.642	37.024
B	AB+BB	t	2.592	5.931	647	7.484	16.653
<b>T</b>	<b>Totale</b>	<b>t</b>	<b>11.918</b>	<b>12.103</b>	<b>15.531</b>	<b>14.126</b>	<b>53.678</b>
<b>Differenza</b>							
	A-PA	t	-2377	-3147	-3370	-3513	-12407
	B-PB	t	-1297	-2686	-219	-2308	-6510
	T-PT	t	-3673	-5832	-3589	-5822	-18916

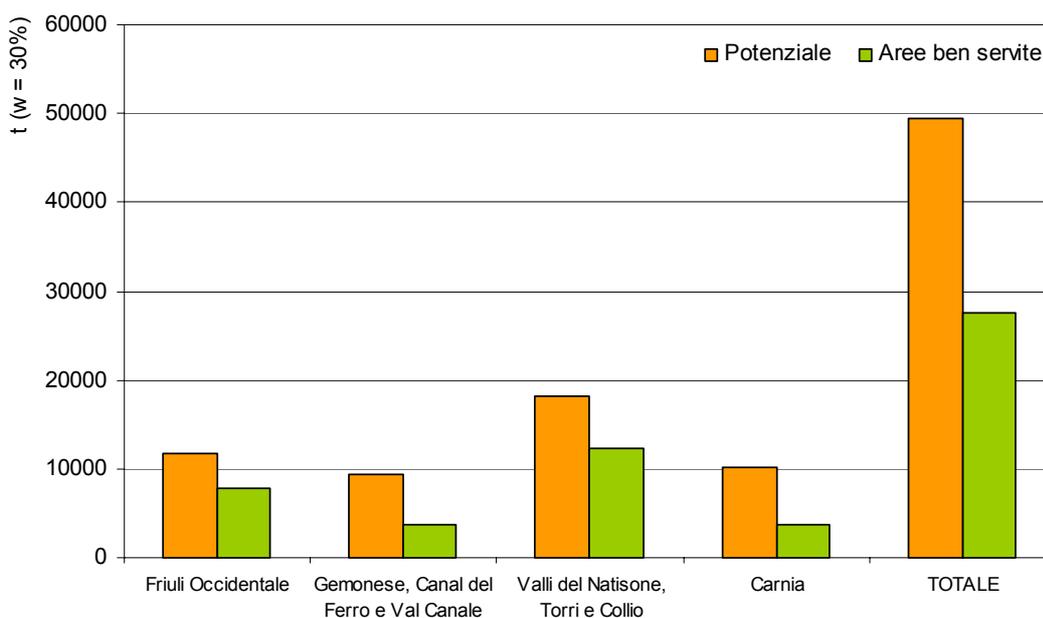


Figura 8: potenziale qualità A per la superficie forestale con livello di servizio alto

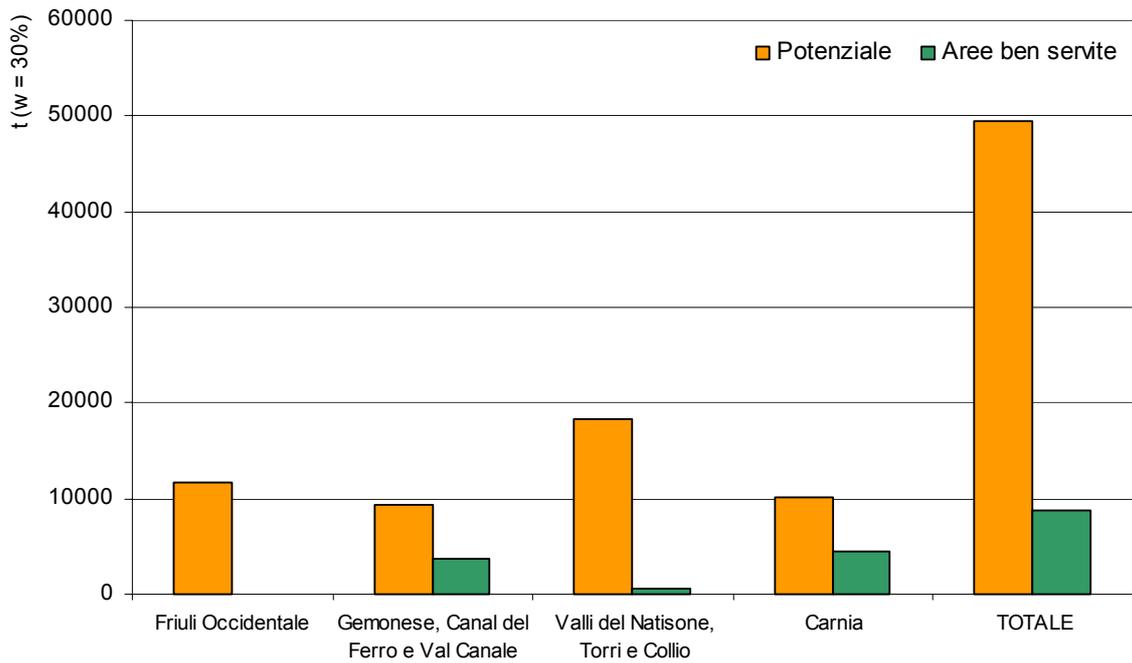


Figura 9: potenziale qualità B per la superficie forestale con livello di servizio alto

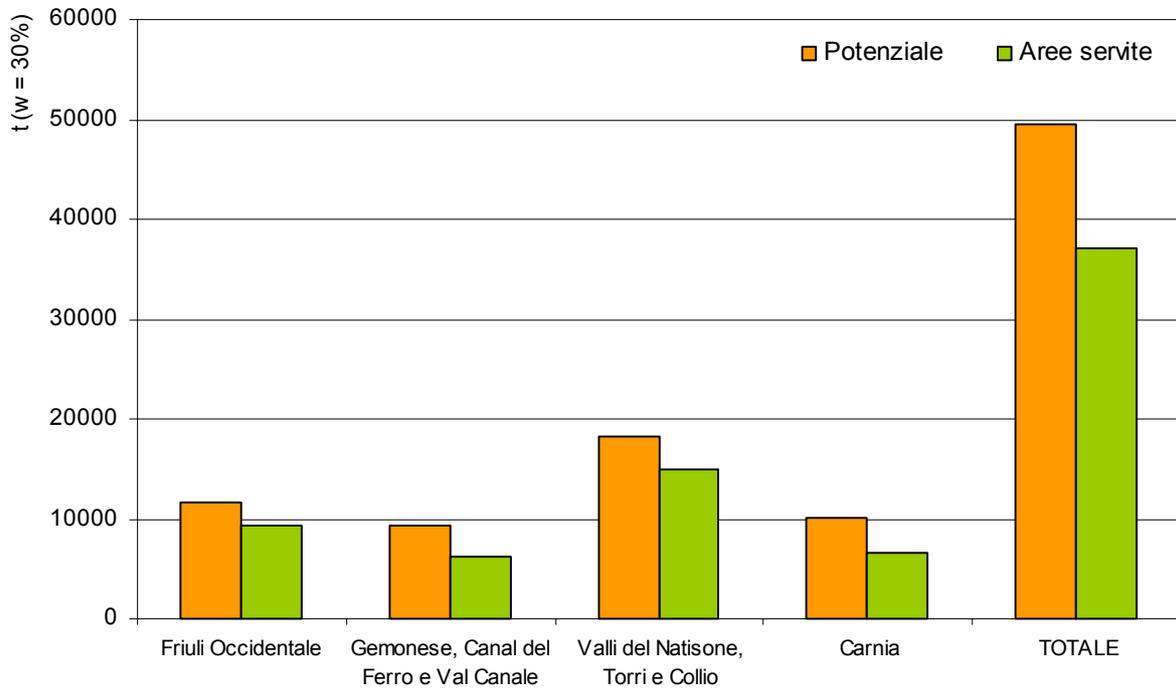


Figura 10: potenziale qualità A per la superficie forestale con livello di servizio alto e basso

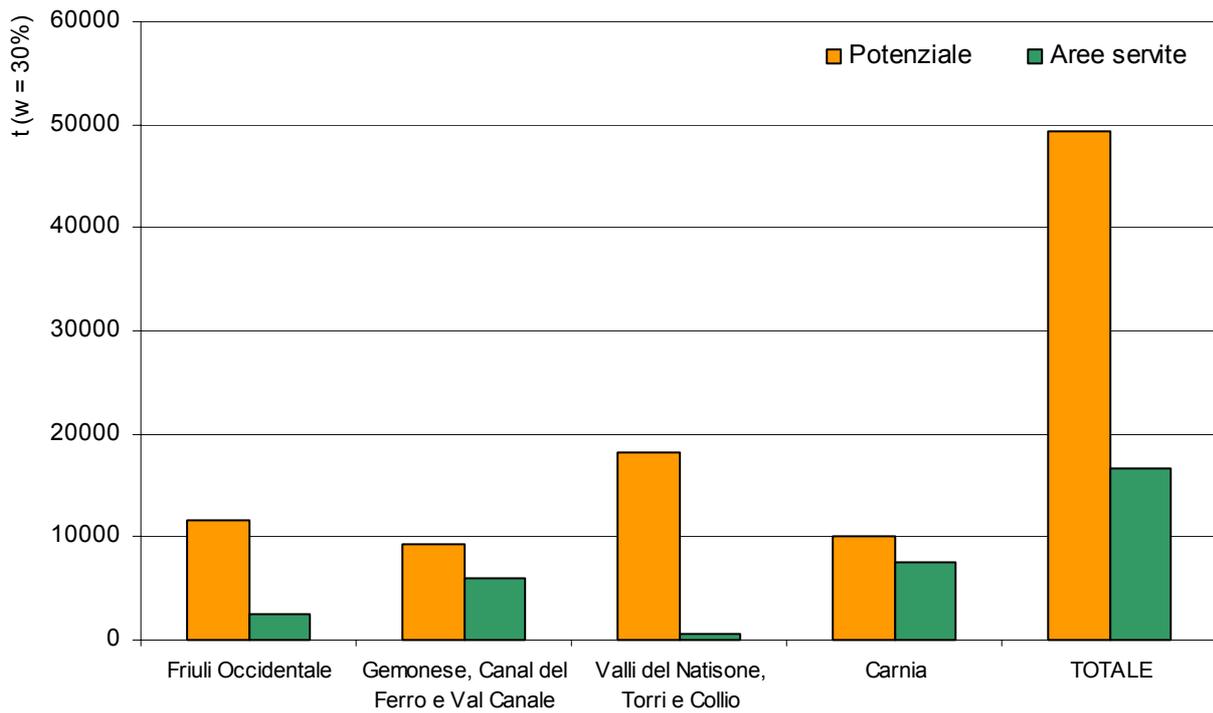


Figura 11: potenziale qualità B per la superficie forestale con livello di servizio alto e basso

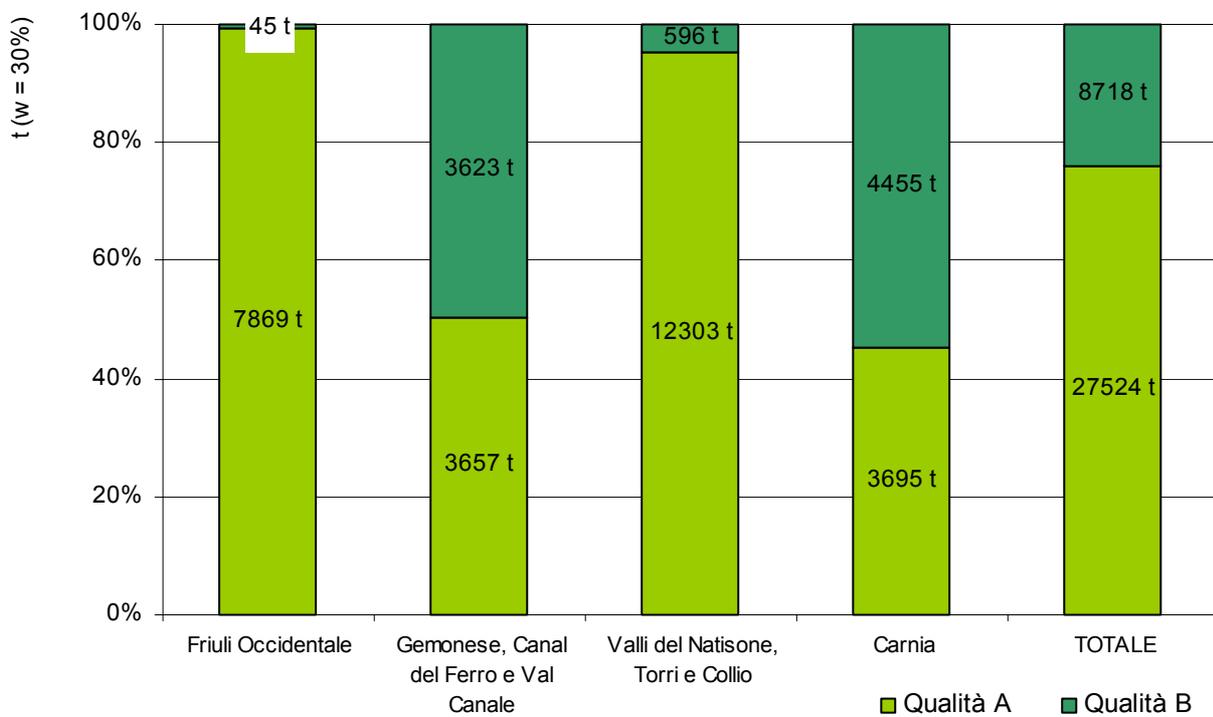


Figura 12: proporzione percentuale per i quantitativi di cippato ottenibili in relazione alla qualità

I risultati sono presentati, poi, come mappe al fine di evidenziare le massa ritraibile in relazione allo stato di servizio delle superfici forestali e alla distribuzione spaziale.

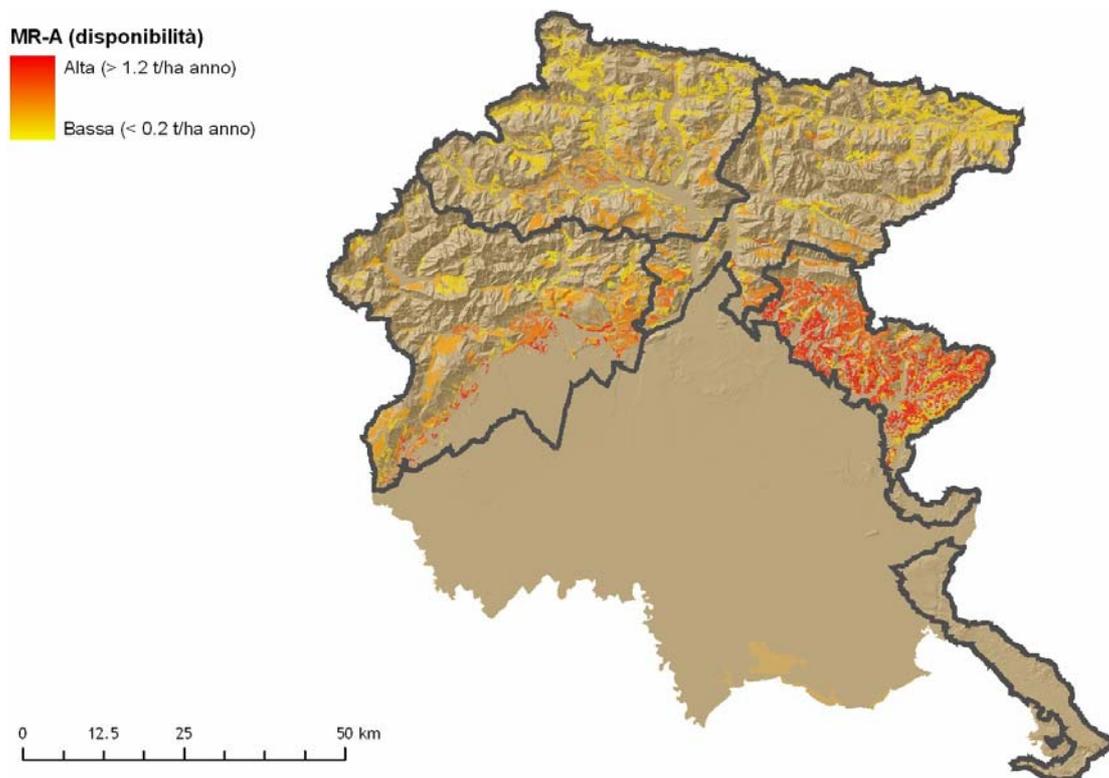


Figura 13: distribuzione della Massa Ritraibile (MR) destinabile al cippato di qualità A

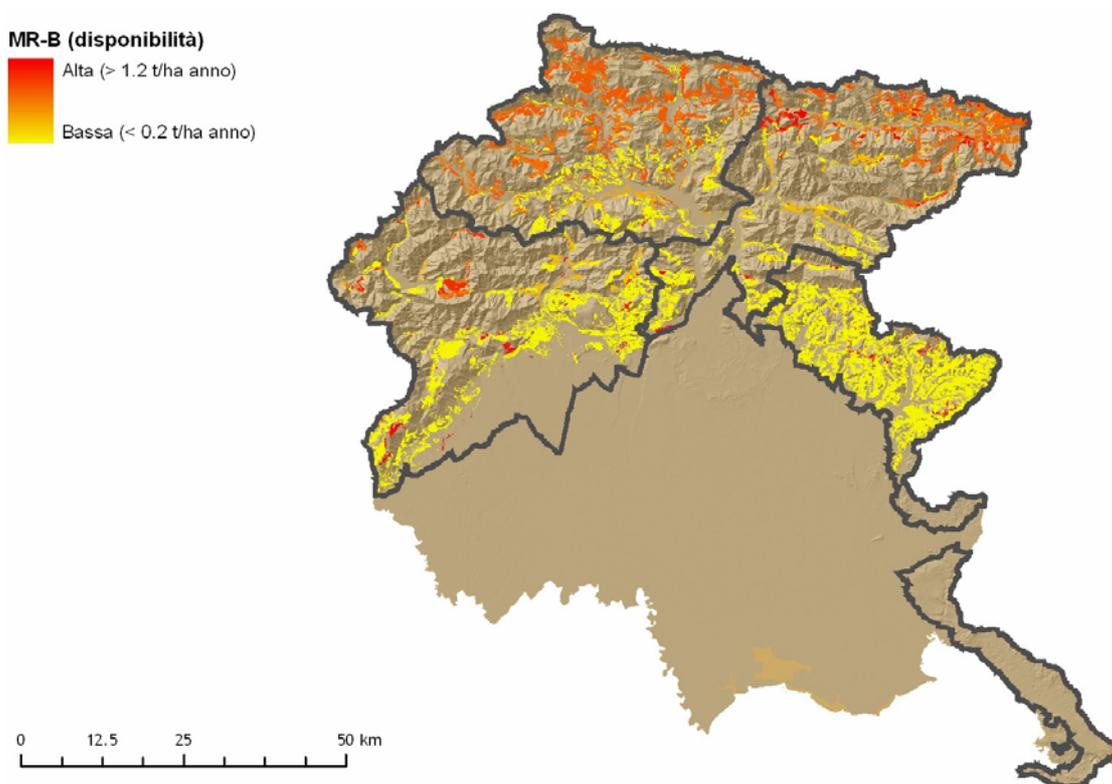


Figura 14: distribuzione della Massa Ritraibile (MR) destinabile al cippato di qualità B

**La domanda attuale di cippato a scala regionale**

Di seguito, si riporta l'attuale domanda di cippato degli impianti attualmente in funzione e di prossima costruzione (Tabella 3). La domanda di cippato è stata ricavata attraverso la rielaborazione dei dati rilevati attraverso un precedente progetto relativo alla creazione del Sistema Informativo Territoriale per il monitoraggio della filiera Legno Energia nella Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia (Regione del Friuli Venezia Giulia, 2007).

Tabella 3: domanda di cippato degli attuali impianti termici e di quelli in fase di costruzione, per ciascuna CM e per l'intero territorio della Regione.

LOCALIZZAZIONE		IMPIANTI	POTENZA		CONSUMO (W30)	
COMUNITÀ MONTANA	COMUNE	n°	installata kW	totale kW	media t/impianto	totale t
Friuli Occidentale	Budoia	1	700	700	412	412
	<b>TOTALE</b>			<b>700</b>		<b>412</b>
Gemonese Canal del Ferro e Val Canale	Chiusaforte	2	128	255	75	150
	Malborghetto-Valbruna	3	73	219	40	119
	Pontebba	1	680	680	391	391
	Tarvisio	2	30	60	17	33
	<b>TOTALE</b>			<b>1.214</b>		<b>693</b>
Torre, Natisone, Collio	Grimacco	1	25	25	11	11
	Nimis	1	30	30	16	16
	Pulfero	1	300	300	175	175
	Taipana	2	35	70	20	39
	Capriva del Friuli	1	110	110	52	52
<b>TOTALE</b>			<b>535</b>		<b>293</b>	
Carnia	Ampezzo	1	440	440	152	152
	Arta Terme	1	4200	4200	4806	4306
	Comeglians	2	78	155	34	68
	Forni Avoltri	1	220	220	129	129
	Forni di Sopra	1	540	540	130	130
	Lauco	1	275	275	121	121
	Ovaro	1	500	500	278	278
	Prato Carnico	1	440	440	265	265
	Treppo Carnico	1	550	550	324	334
	Verzegnis	1	220	220	101	101
<b>TOTALE</b>			<b>7.540</b>		<b>5.884</b>	
<b>A) Territorio 4 CM</b>	<b>TOTALE</b>			<b>9.989</b>		<b>7.282</b>
B) Regione FVG extra CM	San Giovanni al Natis.	1	400	400	178	178
	Sgonico	1	99	99	53	53
	Pordenone	1	1700	1700	1000	1000
	San Giorgio della Rich.	1	700	700	322	322
<b>TOTALE</b>			<b>2.899</b>		<b>1.553</b>	
<b>TOTALE A+B</b>			<b>12.888</b>		<b>8.835</b>	

**Domanda e offerta su scala di Comunità Montane e regionale**

Si è proceduto quindi a confrontare la domanda di cippato con il potenziale disponibile riferito alle aree forestali bene servite (Tabella 4 e Figura 15). Attualmente, gli unici tre impianti in grado di essere approvvigionati con cippato di scarsa qualità (classe qualitativa B) sono dislocati due in provincia di Pordenone e uno (di prossima realizzazione) nella Comunità Montana della Carnia in Comune di Arta Terme (UD).

Tabella 4: confronto tra domanda e diversi potenziali di offerta di cippato per ciascuna Comunità Montana e per l'intero territorio della Regione.

CM	CLASSE	IMPIANTI	POTENZA	DOMANDA		OFFERTA		DIFFERENZA	
				D	OP	OR*	OP-D	OR-D	
	qualità	N°	kW	t (w=30%)	t (w=30%)		t (w=30%)		
Friuli Occidentale	A	1	700	412	7869	4722	7457	4310	
	B	0	0	0	45	27	45	27	
	totale	1	0	412	7915	4749	7503	4337	
Gemonese, Canal del Ferro e Val Canale	A	8	1214	693	3657	2194	2964	1501	
	B	0	0	0	3623	2174	3623	2174	
	totale	8	1214	693	7279	4368	6586	3675	
Torre, Natisone e Collio	A	6	535	293	12 303	7382	12010	7089	
	B	0	0	0	596	357	596	357	
	totale	6	535	293	12 898	7739	12605	7446	
Carnia	A	10	3340	1578	3695	2217	2117	639	
	B	1	4200	4306	4455	2673	149	- 1633	
	totale	11	7540	5884	8150	4890	2266	- 994	
TERRITORIO COMUNITÀ MONTANE	A	25	5789	2976	27 524	16514	24 548	13 538	
	B	1	4200	4306	8718	5231	4412	925	
	TOTALE	26	9989	7282	36 242	21.745	28 960	14 463	
ALTRO TERRITORIO	A	2	499	231	-	-	-	-	
	B	2	2400	1322	-	-	-	-	
	TOTALE	4	2899	1553	-	-	-	-	
TERRITORIO FVG	A	27	6288	3207	27524	16514	23 969	13 307	
	B	3	6600	5628	8718	5231	4925	- 397	
	TOTALE	30	12 888	8835	36 242	21 745	28 894	12 910	

\*OR offerta potenziale per le aree servite **ridotta al 60%**; si tiene in considerazione che non tutte le superfici cadono regolarmente al taglio e che il sistema di utilizzazione non prevede comunemente l'esbosco a pianta intera (sistema adatto al recupero della ramaglia sia di latifoglie, quanto di conifere). **Tale percentuale è applicata come coefficiente correttivo per evidenziare il potenziale che attualmente può essere realisticamente recuperabile.**

Nella precedente tabella si riporta un confronto tra domanda e offerta di cippato sia per le Comunità Montane che a scala regionale. Alcuni impianti si collocano al di fuori dei territori delle Comunità Montane della Regione. Questi, tuttavia, possono essere approvvigionati sia dagli eventuali residui legnosi delle attività agricole come i sarmenti di vite, quanto dal potenziale di cippato forestale commerciabile dalle *piattaforme biomasse*. Riguardo all'impianto dei Vivai Coop. Rauscedo (PN) va precisato che questo impianto impiega esclusivamente cippato ottenuto dalla triturazione dei sarmenti di vite e non cippato forestale.

I risultati delle analisi mostrano che l'offerta annua potenziale (OP) dalle aree servite - complessivamente per le quattro CM - corrisponde a 36.242 t<sub>w30</sub>. Da interviste ad operatori forestali e dall'analisi dei dati di

utilizzazione, tale offerta deve essere realisticamente ridotta al 60% (21.745 t) (Offerta Ridotta - OR) per essere in linea con quello che può essere il potenziale allo stato attuale delle utilizzazioni, in Friuli Venezia Giulia, sia su superficie pubblica che su superficie privata .

Secondo quest'ultimo scenario, nel territorio della CM Carnia l'offerta di biomassa forestale risulta inferiore alla domanda (Tabella 4 e Figura 15).

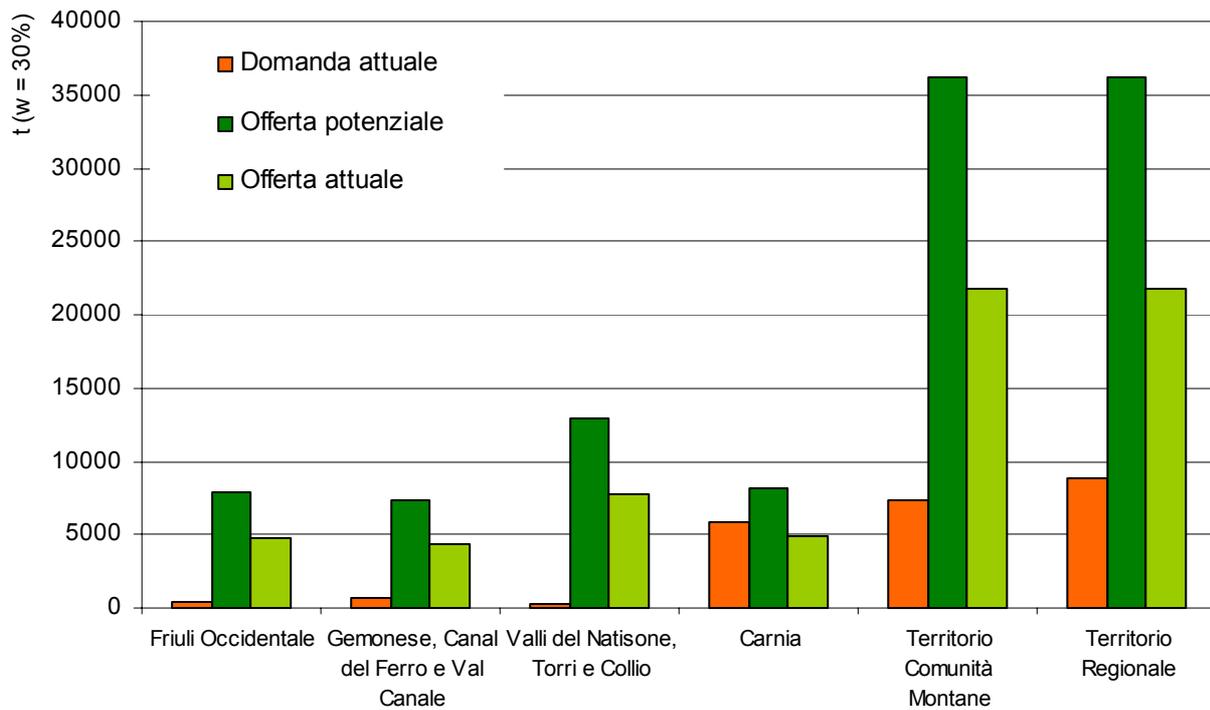
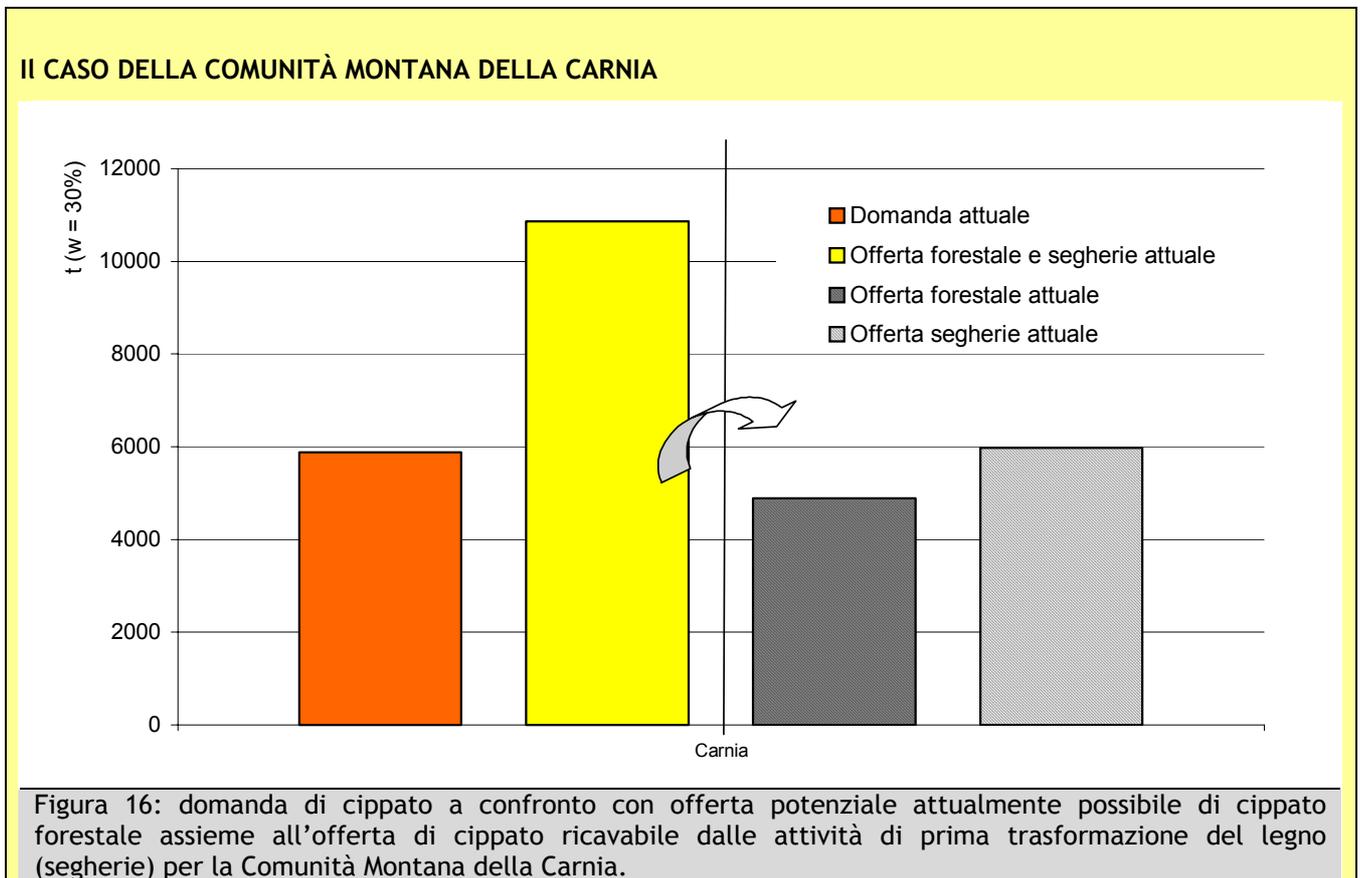


Figura 15: domanda e offerta di cippato a confronto nelle CM e a scala regionale

### Il caso particolare della Comunità Montana della Carnia

Nel caso specifico della **CM della Carnia** (Figura 16), si è considerato anche il potenziale recuperabile dalle industrie di prima trasformazione. Da una precedente indagine, svolta specificatamente per la CM della Carnia, risulta che la disponibilità di sciaveri e refili corrisponde a  $2.850 t_{w30}$ , mentre il quantitativo di scarti sottoforma di cippato (alcune segherie sono dotate di cippatrice fissa propria), corrisponde a  $3.124 t_{w30}$ . Complessivamente nel territorio della CM della Carnia si può disporre di un quantitativo ulteriore di massa disponibile localmente di  $5.974 t_{w30}$ . Questo quantitativo di origine "industriale" può essere considerato di qualità A, in quanto di buona qualità poiché privo o povero di corteccia e facilmente stagionabile. Questo quantitativo può essere conferito presso le piattaforme ad integrazione del cippato proveniente dal settore forestale. Complessivamente, considerato il potenziale che può essere attualmente recuperato dal settore forestale (offerta OR) e quello disponibile presso le industrie, l'offerta realistica di biomassa all'interno della Comunità Montana della Carnia è di circa  $10.000 t_{w30}/\text{anno}$ .



## 2.2 LOCALIZZAZIONE DELLE PIATTAFORME BIOMASSE REGIONALI

L'analisi per definire le aree più idonee dove collocare le piattaforme logistico-commerciali regionali - all'interno dei territori delle quattro CM - ha considerato, prima di tutto, l'attuale e futura presenza e localizzazione degli impianti a cippato (

Tabella 3; Figura 17).

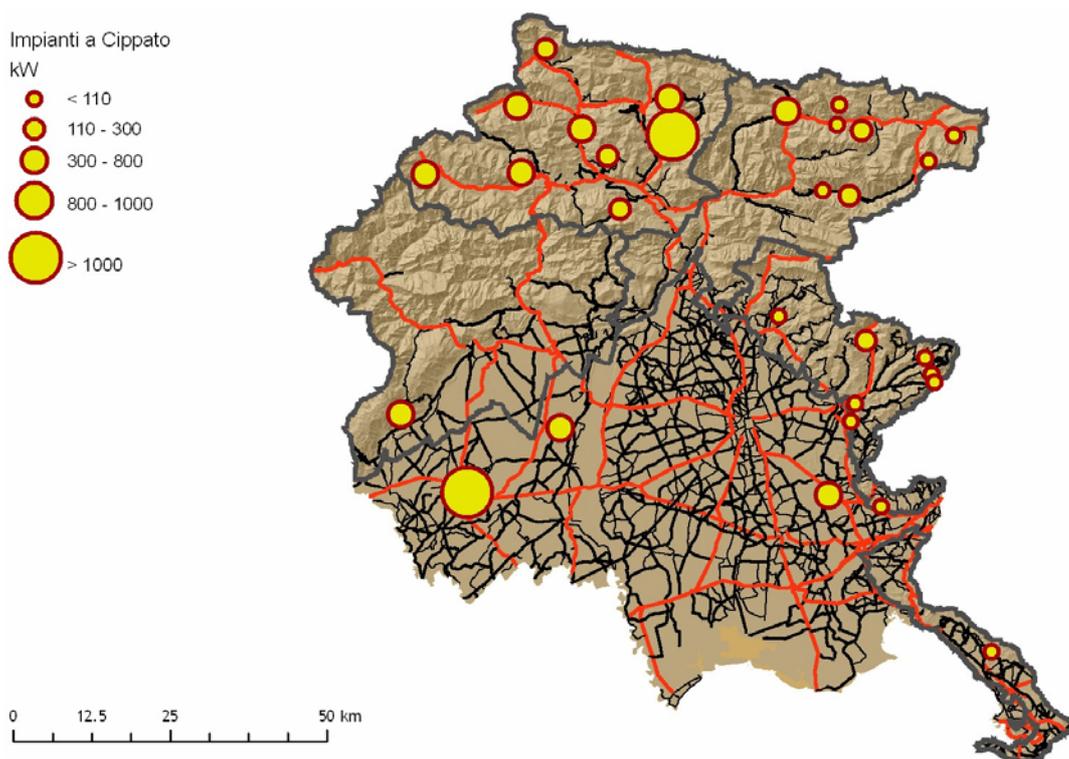


Figura 17: distribuzione degli impianti a cippato nel territorio regionale FVG

In seguito è stata predisposta un'elaborazione *GIS-based* per l'elaborazione dei seguenti indici:

- **Indice densità ponderata della viabilità** (*indice accessibilità foresta-strada principale*): le piattaforme biomasse, per essere facilitate nell'approvvigionamento della massa ritraibile, devono essere localizzate in aree prossime alle superfici forestali produttive presentanti un buon livello di servizio. Nella valutazione di questo indice si è preso in considerazione i *geodatabase* delle viabilità forestale e della viabilità amministrativa. Attraverso un processo di elaborazione per la valutazione delle densità/accessibilità è stato valutato il presente indice. Nella valutazione il peso maggiore è stato dato alla viabilità forestale, nullo invece il peso delle viabilità ad alta percorrenza. L'indice ha lo scopo di evidenziare le aree che presentano una buona concentrazione di viabilità forestale in relazione alla sua connessione con la viabilità ordinaria di media percorrenza (Figura 18).
- **Indice disponibilità di massa ritraibile**: poiché la massa forestale che può essere destinata alle piattaforme è la massa ritraibile che ricade nella classe A, questo indice evidenzia proprio la disponibilità di massa ritraibile di buona qualità (qualità A) che può essere conferita sulla viabilità

ordinaria di media-alta percorrenza (esclusa autostrada). Sulla base di questo indice si sono successivamente classificati i diversi tratti della viabilità ordinaria in funzione della fattibilità di realizzare una *piattaforma biomasse* (Figura 19).

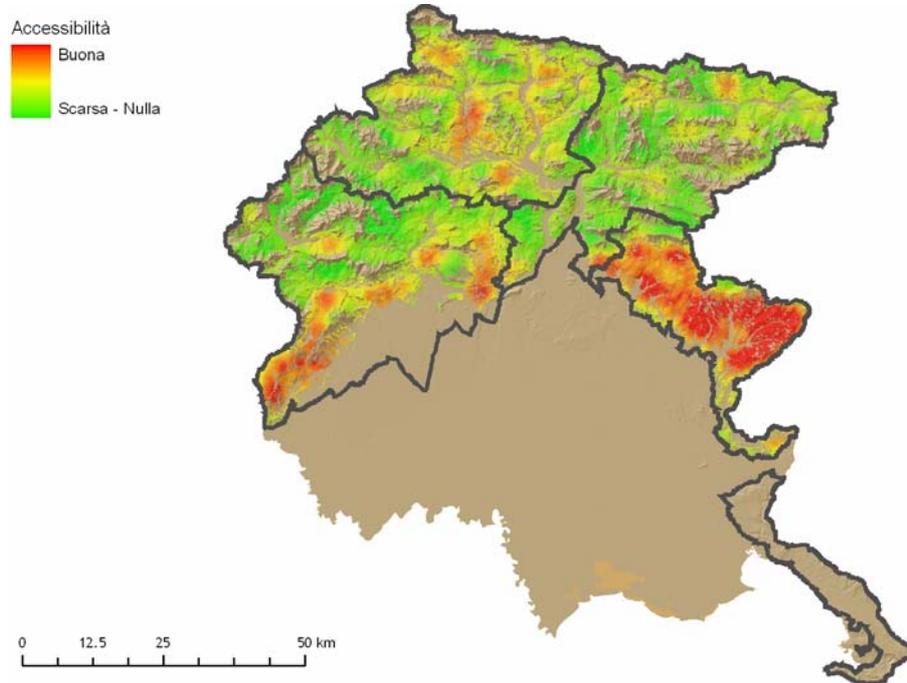


Figura 18: valutazione dell'accessibilità ponderata all'area forestale attraverso una *line density spatial analysis* (ESRI, 2007); si evidenziano le aree con maggiore presenza di viabilità forestale (elaborazione su geodatabase viabilità forniti da Regione FVG)

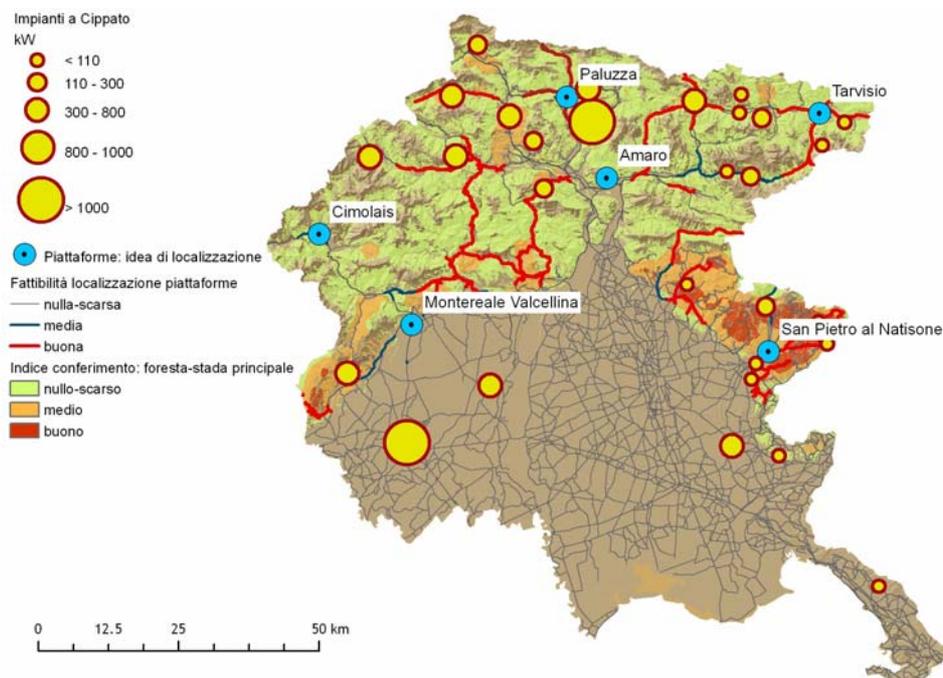


Figura 19: confronto tra: -localizzazione impianti cippato, possibili piattaforme indicate attualmente dalle CM, indice sulla localizzazione delle piattaforme, indice conferimento foresta-strada principale.

In Figura 19 si riportano diverse informazioni utili per valutare l' idoneità dell' attuale idea di localizzazione delle *piattaforme biomasse* espressi dalle quattro CM.

Per caratterizzare la viabilità, al fine di evidenziare un **indice di fattibilità di localizzazione** di una piattaforma, è stata impostata una elaborazione di allocazione (ESRI, 2007) della biomassa forestale di qualità A sulla rete stradale principale. Questo ha permesso di individuare quanta biomassa forestale di qualità A può essere "accumulata" potenzialmente per km di strada. In funzione di questo, successivamente, la viabilità principale è stata caratterizzata quindi da un indice di fattibilità di localizzazione della piattaforma: **nulla-scarso, medio e buono**.

La viabilità principale, caratterizzata nelle mappe dall' indice di fattibilità di realizzazione di una *piattaforma biomasse*, evidenzia che alcune delle attuali piattaforme non sarebbero collocate in una posizione ideale.

Di seguito si riportano, come indicazione di proposta/suggerimento tecnico, i risultati ottimizzati attraverso le elaborazioni GIS (Tabella 5 e Figura 20).

In Tabella 5 si riporta, inoltre, un **indice qualitativo** sulla bontà della localizzazione. Le piattaforme aggiunte - 2 in più rispetto a quelle indicate dalle CM - sono state suggerite in quanto diversamente, quelle aree, sarebbero rimaste scoperte nonostante fossero significativi sia il quantitativo di materiale disponibile nell' area sia la loro accessibilità. Poiché al momento, in queste aree non sono presenti impianti, si è deciso di assegnare loro un indice di bontà discreto (+/-).

Tabella 5: localizzazione indicate e localizzazione proposta per *piattaforme biomasse* nei territori delle 4 CM della Regione FVG

Localizzazione Piattaforme				
Comunità Montana	Indicate dalle CM		Ideale	
	Comune	Indice	Comune	Indice
Carnia	Amaro	-	Ampezzo	+
Carnia	Paluzza	+	Paluzza	+
Valli del Natisone, Torri e Collio	San Pietro al Natisone	++	San Pietro al Natisone	++
Valli del Natisone, Torri e Collio	-		Nimis	+/-
Gemonese, Canal del Ferro e Val Canale	Tarvisio	+/-	Tarvisio	+/-
Friuli Occidentale	-		Clauzetto	+/-
Friuli Occidentale	Cimolais	-	Claut	+
Friuli Occidentale	Montereale Valcellina	-/+	Aviano	+

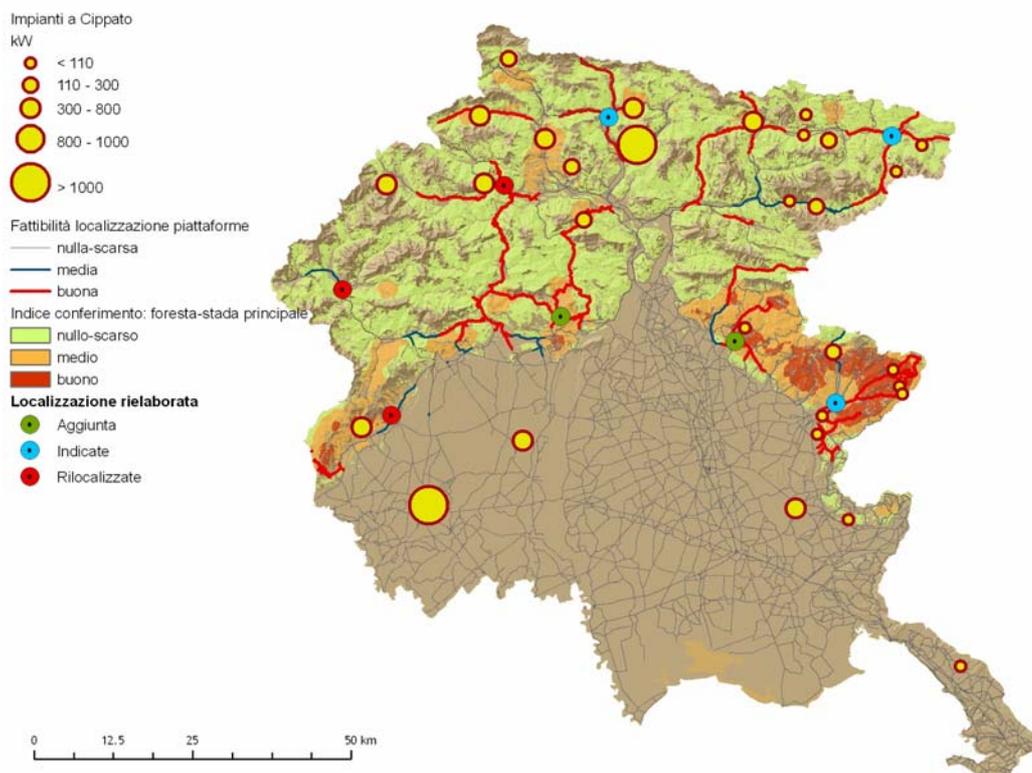


Figura 20: localizzazione indicate e localizzazione proposta per *piattaforme biomasse* (elaborazioni su dati forniti da Regione FVG). La localizzazione delle piattaforme è stata elaborata in funzione di un indice basato sulla allocazione di biomassa forestale (Qualità A) sulla rete viaria principale.

### 3 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

I risultati della disponibilità potenziale non tengono conto di due aspetti tecnico-operativi che vanno invece attentamente considerati: (i) l'effettiva ripresa utilizzata ed (ii) il sistema di utilizzazione impiegato.

Per questo, la presente analisi, ha dapprima valutato il potenziale ricavabile dalla ripresa ottimale per le varie tipologie forestali in relazione alle informazioni acquisite dalle precedenti relazioni forestali delle quattro CM, e successivamente ridimensionando, per motivi cautelativi, l'offerta potenziale (OP) con l'offerta definita ridotta (OR) che corrisponde al 60% dell'offerta potenziale.

**La quantificazione evidenzia che nelle Comunità Montane "alpine" (Carnia e Gemonese) la disponibilità di massa ritraibile è minore rispetto alle Comunità Montane "prealpine".** Questo è dovuto al fatto che nell'area prealpina dominano le latifoglie, che dal punto di vista dendro-tecnologico hanno maggiore massa volumica e dal punto di vista selvicolturale garantiscono incrementi periodici e riprese più consistenti. Allo stesso tempo, si deve sottolineare che la qualità del cippato, nelle Comunità Montane alpine, è strettamente legata alla disponibilità di recuperare sottomisure e tondame di scarsa qualità tecnologica. Questo perché non è possibile recuperare massa ritraibile adatta alla produzione di cippato di

qualità A dai residui delle utilizzazioni quali ramaglie di conifere. Cosa invece praticabile impiegando, almeno in parte, ramaglia di latifoglie.

Per tale motivo, nell'area alpina l'organizzazione delle piattaforme sarà necessariamente legata alla qualificazione del legname e all'approvvigionamento degli scarti dalla lavorazione industriale del legno.

Un discorso a parte merita il recupero di residui delle utilizzazioni dai boschi di conifere. Questo recupero è strettamente legato al sistema di esbosco impiegato. La possibilità di recuperare la ramaglia dipende dalla possibilità di esboscare a pianta intera (gru a cavo o trattore e verricello) e di ultimare la sramatura su piazzale o bordo strada. In questo caso, la ramaglia può essere economicamente recuperabile. L'unica accortezza è che converrà ridurre in cippato la ramaglia nel sito del cantiere di utilizzazione o presso il piazzale più vicino (scelta da orientare in relazione alla minimizzazione dei costi di logistica dei cantieri). Questo garantisce una maggiore economicità delle operazioni e dei trasporti, nonché degli spazi. Poiché il materiale sarà in questo caso di qualità B ( $w > 50\%$ , aghi), la destinazione non sarà più la *piattaforma biomasse*, ma direttamente l'impianto termico o di cogenerazione (per ora solo Arta Terme).

## PARTE 2: PIATTAFORMA BIOMASSE: CENTRO LOGISTICO PER LA PREPARAZIONE E COMMERCIALIZZAZIONE DEL CIPPATO DI QUALITÀ A

### 1 QUALITÀ DEL CIPPATO: REQUISITI NORMATIVI E STRUMENTI PER LA DETERMINAZIONE

I requisiti qualitativi del cippato dipendono dal tipo e dalla classe di potenza dei generatori termici in cui sono impiegati.

Qualità cippato	Classe di potenza kWt	Tipo di focolare	Sistema di alimentazione	Pezzatura (P)	Contenuto idrico (M)	Ceneri (A)
A	< 250	fisso	coclea	P16-45	M20-M30	A1,5
B	250 (500)-1.000	fisso/semimobile	coclea	P16-63	M20-M40	A1,5-3,0
	>1.000	mobile	spintore	P16-100	M30-M55	A3,0-10,0

Le principali caratteristiche qualitative del cippato ad uso energetico sono: pezzatura, contenuto idrico e ceneri. Esse infatti determinano la maggiore o minore idoneità del cippato alla movimentazione automatizzata in caldaia, e alla combustione con alto rendimento: in particolare il contenuto energetico, carattere essenziale di un combustibile, dipende dal contenuto idrico perché questo influenza il potere calorifico inferiore del legno (PCI<sup>1</sup>).

Le caratterizzazione qualitativa del cippato è definita dalla norma UNI CEN/TS 14961.



#### 1.1 LA PEZZATURA



di una fornitura di cippato è la dimensione prevalente delle singole schegge. Le caldaie a griglia fissa necessitano di un cippato di elevata qualità quanto a **pezzatura**, che deve essere omogenea (P16, P45, cfr. tabella), sia per la ridotta dimensione della griglia sia perché pezzi fuori misura possono essere causa di blocchi alle coclee di trasporto e di caricamento. I generatori di maggiore potenza con sistemi di caricamento a spintore sono

<sup>1</sup> Il potere calorifico esprime la quantità di energia che può essere ricavata dalla combustione completa di una unità di peso (kg) di legno. Il potere calorifico inferiore considera l'acqua liberata allo stato di vapore, quindi al netto dell'energia termica necessaria alla evaporazione dell'acqua contenuta nel legno (0,68 kWh/kg H<sub>2</sub>O).

caratterizzati invece da una maggiore flessibilità.

Classi dimensionali del cippato secondo la norma UNI CEN/TS 14961

Classi dimensionali (mm)	Composizione granulometrica percentuale		
	Frazione principale >80% del peso	Frazione fine < 5%	Frazione grossolana max. lunghezza della particella
P16	$3,15 \text{ mm} \leq P \leq 16 \text{ mm}$	< 1 mm	max 1% > 45, tutte < 85 mm
P45	$3,15 \text{ mm} \leq P \leq 45 \text{ mm}$	< 1 mm	max 1% >63 mm
P63	$3,15 \text{ mm} \leq P \leq 63 \text{ mm}$	< 1 mm	max 1% >100 mm
P100	$3,15 \text{ mm} \leq P \leq 100 \text{ mm}$		max 1% >200 mm

La classe di cippatura può essere attestata dalla piattaforma di produzione con appositi vagli vibranti in serie che rispondono ai requisiti della norma UNI CEN/TS 14961.



Vaglio per la determinazione delle classi dimensionali del cippato (AIEL, 2006). Il costo indicativo del vaglio è € 2.000.



La pezzatura del cippato è funzione del **tipo di materiale di partenza** (ramaglie, cimali, tronchi) e del **tipo di cippatrice**, che deve essere quindi scelta in funzione della classe di pezzatura che si vuole ottenere. Le cippatrici attualmente sul mercato, sono munite di appositi vagli interni che garantiscono una maggiore omogeneità del cippato e una ridotta frazione dei fini (poco tollerati dalle piccole caldaie), in particolare quando il materiale di partenza è eterogeneo.



## 1.2 IL CONTENUTO IDRICO

Il **contenuto idrico** del cippato, ovvero la percentuale di acqua contenuta rispetto al peso fresco, nelle caldaie a griglia fissa non deve superare il 30% (M30 o W30). Le caldaie a griglia fissa, infatti, hanno una scarsa inerzia termica, in quanto i volumi della camera di combustione e dell'acqua nello scambiatore sono limitati, perciò l'ingresso di materiale troppo umido abbasserebbe troppo la temperatura di combustione; inoltre, l'eccessiva umidità può ostacolare la fase di accensione, essendo questi generatori dotati generalmente di un dispositivo di accensione automatica.

Essendo il contenuto energetico del cippato funzione del contenuto idrico, l'efficienza del sistema di combustione aumenta con la diminuzione del contenuto idrico. Il contenuto idrico del cippato dovrebbe essere quanto più omogeneo possibile, maggiore è la sua eterogeneità e maggiore sono i costi di investimento per avere una tecnologia in grado di gestire il più complesso processo di combustione che ne deriva.

Inoltre il limite M30 viene definito come **limite di idoneità allo stoccaggio** del cippato. Lo stoccaggio di cippato umido comporta una perdita di sostanza legnosa più o meno elevata - in funzione delle condizioni di stoccaggio - ed il peggioramento delle condizioni igienico sanitarie, a causa della formazione di funghi nel corso dei processi di degradazione biologica.

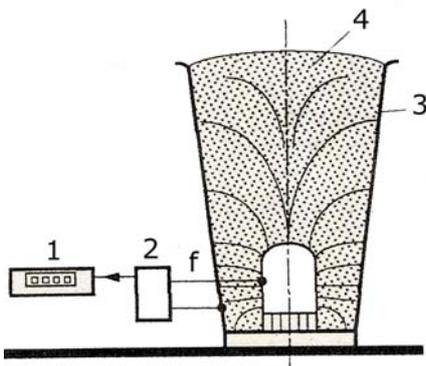
### ***Strumenti speditivi per la determinazione del contenuto idrico del cippato***

Il contenuto idrico del cippato può essere determinato impiegando due tipologie di strumenti che si differenziano essenzialmente per il metodo di determinazione, la precisione e la rapidità della misura:

1. Bilancia ad infrarossi: bilancia d'alta precisione che utilizza il metodo d'essiccazione a raggi infrarossi. Questa operazione necessita di circa 15'-30', in funzione del contenuto idrico del materiale di partenza. Lo strumento misura campioni di circa 100 g ciascuno. Il costo indicativo varia da 800 a 2.000 €.



2. Analizzatore del contenuto idrico: si tratta di un contenitore che utilizza il metodo di misura dielettrico con un grado di precisione del  $\pm 2-3\%$ ; si tratta di uno strumento speditivo che restituisce il valore in pochi secondi. Lo strumento misura il contenuto idrico di campioni di cippato di circa 3.500-5.000 g. Ciascun campione viene prima pesato per tarare lo strumento nella corretta curva di misurazione del campo magnetico, la quale è funzione della massa sterica del cippato stesso.



Analizzatore del contenuto idrico con metodo dielettrico 1. Display; 2. Oscillatore; 3. Cilindro condensatore; 4. Cippato; f: frequenzimetro.

Misuratore dielettrico del contenuto idrico per cippato P16 e P45, come definito dalla norma CEN/TS 14961. Il costo dello strumento è di circa 2.000 € ([www.schaller-gmbh.at](http://www.schaller-gmbh.at)).



## 2 ASPETTI LOGISTICI E COMMERCIALI

### 2.1 “CIPPATURA SUL SECCO”: CIPPATO DI QUALITÀ “A”

Per produrre cippato di elevata qualità - qui denominato come **cippato di qualità A**, idoneo all’impiego in caldaie di piccola e media potenza (griglia fissa) - il materiale legnoso tal quale di partenza: tronchi di conifera sramati, refili e sciaveri di conifera e latifoglia, tronchi di latifoglia con o senza rami e ramaglie di latifoglie (esclusi pioppi e salici) con un diametro minimo di 5 cm (per limitare il contenuto di **cenere**, percentualmente presente più nella corteccia che nel legno, deve essere sottoposto ad una fase di stagionatura prima di essere cippato.

Perciò, la produzione di cippato di qualità, dove questo è possibile, dovrebbe essere sempre preceduta da una fase di **stoccaggio intermedio** del materiale tagliato.

Questa fase dovrebbe avvenire nel corso dell’estate, quando è massimo l’apporto energetico gratuito da parte



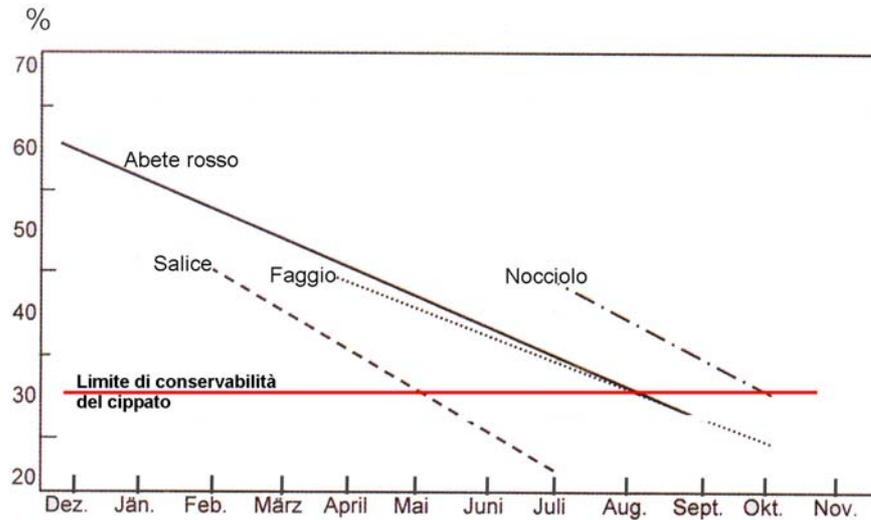
del sole e del vento, che favorisce l’essiccazione naturale del legno. La cippatura del legno stagionato avviene successivamente nella tarda estate-autunno. Nelle latifoglie la perdita di contenuto idrico delle piante appena tagliate varia generalmente tra il 40 e il 50%. Tagliando le piante in maggio, durante la fase vegetativa con le foglie presenti, le foglie stesse - grazie all’evapotraspirazione - favoriscono una accelerazione del processo di essiccazione naturale. Questo accade anche per le conifere, ad esempio quando l’abete rosso è tagliato dal tardo autunno a dicembre e successivamente viene allestito all’imposto. Tagliando l’abete rosso in primavera, quando è elevato il pericolo di attacco dei coleotteri scolitidi, l’imposto deve essere portato minimo a 400 m dalla tagliata. Effettuando i tagli intercalari - le cure culturali - nella tarda estate o in primavera-autunno, le sottomisure (stangame) possono essere sottoposte ad una essiccazione almeno fino al momento della raccolta; queste infatti non saranno più prelevabili nell’estate successiva. Quando le utilizzazioni sono ancora più tardive e avvengono in ambienti ombrosi, ogni inverno la legna deve essere portata fuori dal bosco.

Lasciare la legna tagliata in un ambiente ombroso interno al bosco non comporta una sensibile perdita del contenuto idrico del legno, per questo **lo stoccaggio del materiale deve sempre essere previsto in un sito adeguatamente soleggiato e possibilmente ventilato.**



Cippatura di stangame di conifere - stagionato in piazzale - per la produzione di **cippato di qualità**.

Sulla base di una sperimentazione condotta dalla Camera dell'Agricoltura e delle Foreste della Bassa Austria è stato osservato che la legna (abete, faggio, nocciolo e salice) - dal momento del taglio - portata in un imposto soleggiato, raggiunge nella tarda estate un contenuto idrico inferiore al 30% (Jonas, Haneder e Furtner 2005).



La fase di stagionatura del materiale tal quale può avvenire a bordo strada, nei casi in cui si disponga di un imposto soleggiato e delle adeguate dimensioni, oppure - caso più comune nei boschi alpini italiani, per la frequente mancanza di imposti adeguati - il materiale tal quale (per lo più tronchi) deve essere trasportato presso una piattaforma logistica.



Cippatura di **sottomisure** e **ramaglie** di latifoglie stagionate per un'estate in un imposto soleggiato esternamente al bosco. In questo caso il cippato non richiede un trasferimento alla piattaforma ma è conferito direttamente all'impianto.

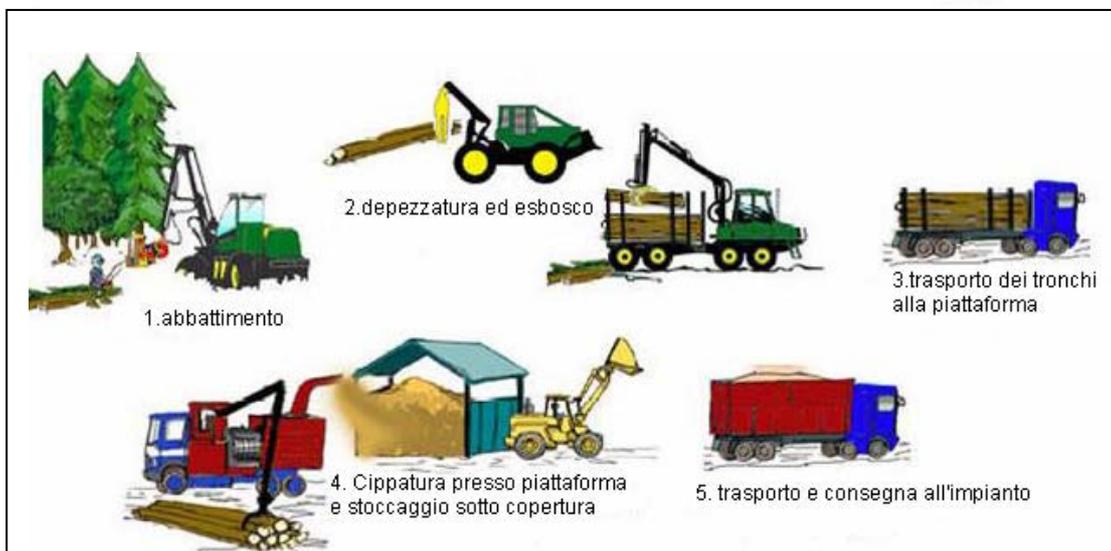
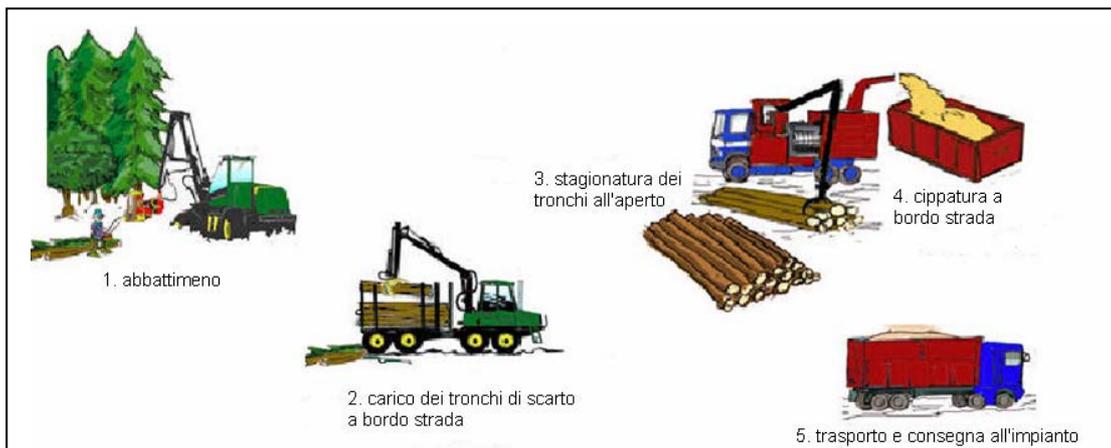


Quando i tronchi sono depositati nella piattaforma logistico-commerciale, per velocizzare la perdita di acqua dei tronchi nella fase di stagionatura è buona prassi "aprire" i tronchi più grossi ( $\varnothing > 35-40$  cm) con una apposita **pinza fendi-tronchi**.



Il cippato M30 così prodotto può essere conferito direttamente all'impianto oppure deve essere stoccato sotto una **copertura ventilata** costruita su fondo impermeabile. Presso la piattaforma è indispensabile la presenza di una **pala meccanica** dotata di benna specifica per cippato per il carico del cippato sui mezzi di trasporto, es. autotreno con cassoni.

Di seguito si riportano due schemi esemplificativi della produzione di "cippato di qualità A" dopo un periodo di stagionatura del materiale tal quale di almeno una stagione estiva presso un imposto soleggiato a bordo strada (figura sopra) o presso una piattaforma (figura sotto) (ITEBE, 2004 mod. da AIEL).



## 2.2 “CIPPATUTA SULL’UMIDO”: ASPETTI DELLA CONSERVAZIONE E DELLA STAGIONATURA DEL CIPPATO

Nel caso in cui, per esigenze logistiche del cantiere di utilizzazione e la mancanza di impianti di caratteristiche idonee allo stoccaggio temporaneo del materiale tal quale, vi sia la necessità di stagionare il cippato - ad esempio quando si provvede alla cippatura a bordo strada di ramaglie di latifoglie derivanti dalla sramatura di piante intere prelevate con teleferica - caso frequente ad es. nei territori della comunità montana del Torre Natisone e Collio (cfr. foto a lato) - questo, per poter



diventare di qualità A, deve essere conservato al riparo dagli eventi meteorici: sopra una superficie impermeabile coperto o da una copertura ventilata o da un telo geotessile traspirante.

Diversamente, se i cumuli sono lasciati scoperti i processi fermentativi aerobici determinano una elevata (fino anche al 30-40%) perdita di sostanza legnosa, inoltre - specie in ambienti molto piovosi come quelli alpini e pedemontani - possono essere attivati processi irreversibili di deterioramento del cippato; entrambi questi fenomeni comportano quindi una perdita netta del suo contenuto energetico. Le foto di seguito mostrano un cumulo di cippato di circa 200 t stoccato all’aperto nell’autunno 2005 presso S. Leonardo - Valli del Natisone (Ud). Dopo più di sei mesi il cippato risultava caratterizzato da notevoli fenomeni di deterioramento, accentuati dall’apporto di acqua meteorica.



Nella stessa località parte dello stesso cippato fresco è stato invece stoccato all'interno di un capannone. Benché quest'ultimo non fosse stato ottimamente ventilato - il cippato ha subito un processo di essiccazione senza subire deterioramenti significativi.

La tabella di seguito riporta i risultati di un rilievo effettuato nel maggio 2006 su 5 cumuli caratterizzati da una diversa lunghezza del periodo di stagionatura all'interno del capannone. I cumuli 3-5 passarono tutto l'inverno nel capannone e in settembre 2006 avevano raggiunto un contenuto idrico inferiore al 30%.

Rilievo del contenuto idrico nei cumuli di cippato all'interno del capannone (5 maggio 2006).

Cumulo	Contenuto idrico M %	Note
1	22	Cippato impiegato nei carichi estivi
2	20	Cippato impiegato nei carichi estivi
3	38,5	Cippato in fase di stagionatura
4	34	Cippato in fase di stagionatura
5	40	Cippato in fase di stagionatura

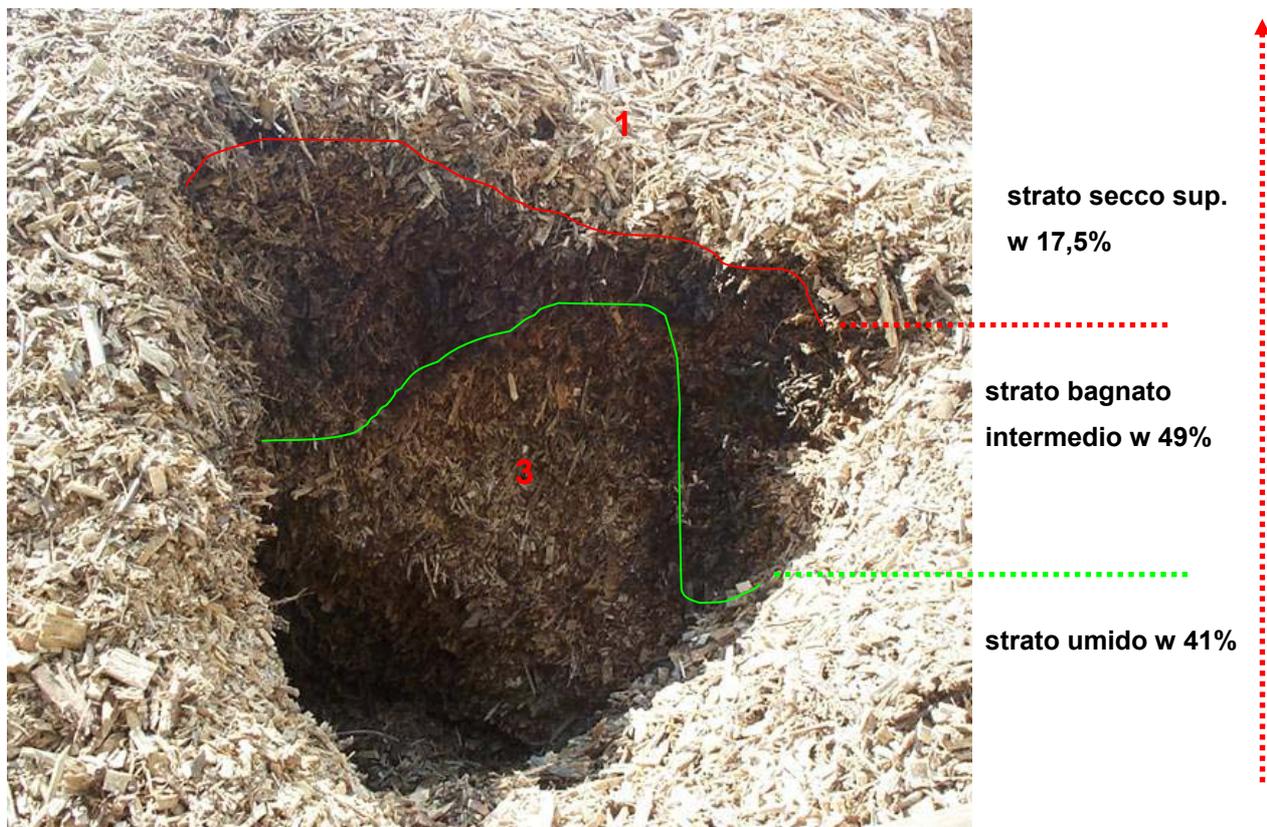
Fasi di stagionatura del cippato all'interno del capannone prima del conferimento ad un impianto locale.



In un cumulo di cippato fresco la temperatura del cumulo aumenta a causa dei processi di degradazione biologica. Il calore prodotto dai microrganismi causa un naturale processo di convezione. Il vapore sale dall'interno del cumulo fino alla superficie dello stesso in corrispondenza della quale il vapore condensa formando degli strati umidi di spessore variabile. La parte interna del cumulo tende quindi ad asciugarsi prima rispetto alle zone prossime alla superficie del cumulo, dove si deposita l'acqua di condensazione; questo accade tipicamente nei cumuli stoccati sotto una copertura (cfr. figura seguente).



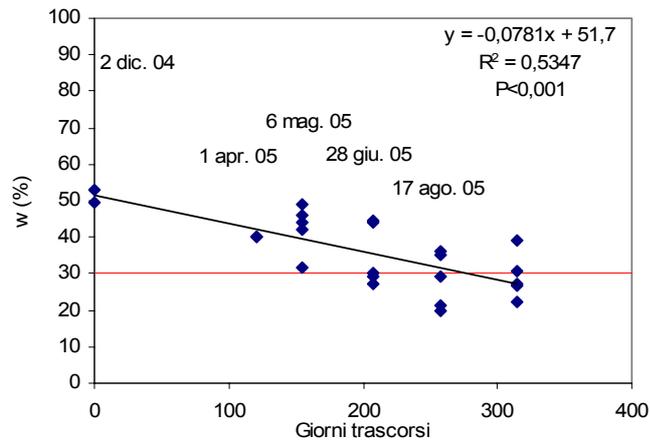
Quando, invece, il cumulo è stoccato all'aperto e coperto con un telo idrorepellente-traspirante si forma un tipico strato superficiale secco di spessore variabile che copre la zona umida.



Nei cumuli lasciati allo scoperto non si rileva una significativa perdita d'acqua, anche per l'esposizione agli eventi meteorici, mentre - al contrario - nei cumuli stoccati sotto una tettoia o sotto un telo idrorepellente traspirante si determina un calo significativo del contenuto idrico (Stockinger e Obernberger, 1997; Francescato et.al 2006). Nei cumuli stoccati all'esterno senza copertura alcuna sono state quantificate perdite del contenuto energetico del 12%, mentre al coperto l'effetto essiccazione compensa le lievi perdite di sostanza legnosa (Stockinger e Obernberger, 1997).

#### ***Copertura del cippato con telo geotessile***

Recentemente AIEL (Francescato et al., 2006) ha condotto una ricerca per determinare l'efficacia della stagionatura del cippato fresco stoccato sopra una pavimentazione impermeabile (cemento) e coperto per mezzo di un apposito tessuto geotessile. I cumuli monitorati avevano un'altezza variabile tra 1,5 e 2 m. Il grafico seguente mostra i risultati ottenuti. Per il cippato fresco il monitoraggio della stagionatura ha permesso di constatare che, nel corso di un periodo complessivo pari a 314 giorni, si è osservata una riduzione di contenuto idrico medio pari al 48,88%, passando da 51,35% a 26,25%. Il cumulo di cippato ha raggiunto il valore M30 dopo un periodo di 270 giorni, ovvero dopo nove mesi di stagionatura.



Questo valore - sulla base della normativa austriaca ÖNORM M 7133 - permette di classificare il cippato come idoneo per essere stoccato senza problemi di stabilità biologica.

### 2.3 CARATTERISTICHE STRUTTURALI DELLE COPERTURE VENTILATE PER LA CONSERVAZIONE E STAGIONATURA DEL CIPPATO

Il modo più efficace di conservare e - se serve - stagionare il cippato allestito in cumuli è quello di porlo sotto una copertura ventilata costruita sopra una superficie impermeabile (cemento).

Oltre che per ragioni qualitative, una piattaforma biomasse dotata di uno stoccaggio coperto di adeguate dimensioni è sempre necessaria anche per disporre di un volume di cippato di sicurezza, particolarmente utile nel periodo invernale.

Molto importante è scegliere la corretta localizzazione della copertura, i siti soleggati (esposizione calde) e più possibile ventilati sono quelli più idonei.

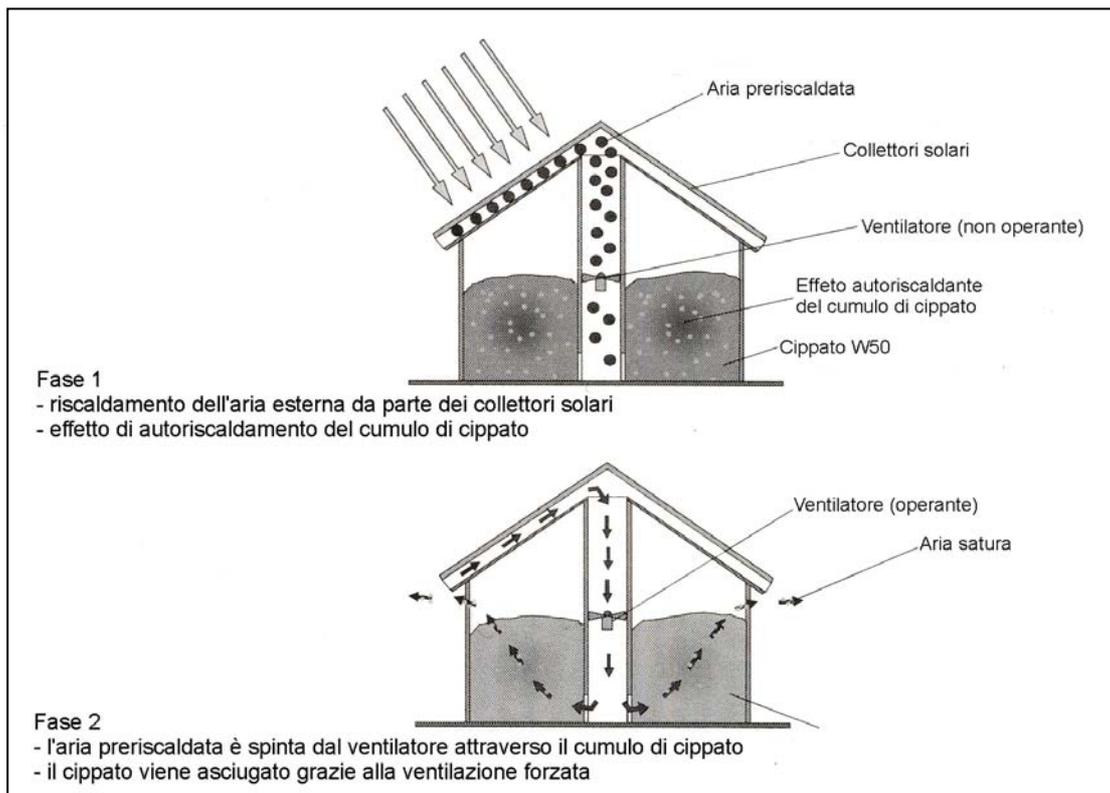
La copertura può essere realizzata integralmente in legno (tranne il tetto), oppure avere una parte basale in cemento (primi 3 m circa) sulla quale poggiano le strutture in legno ed il tetto. Quest'ultima soluzione strutturale è preferibile perché agevola le operazioni di carico del cippato con la pala meccanica. Nella parete in cemento possono essere previsti dei fori verso l'esterno per contrastare la formazione d'acqua di condensazione sulle pareti.



Al di sopra della parte basale in cemento, le pareti devono essere costruite con tavole di legno tra di loro distanziate (di pochi centimetri), per favorire l'aerazione dello stoccaggio e la fuoriuscita dell'aria umida. Molto importante è lasciare un vano luce di 1-2 m tra il tetto e la parete per favorire il più possibile la ventilazione interna della copertura e l'eliminazione dell'acqua di condensazione.

Le dimensioni della tettoia devono essere tali da garantire: la movimentazione del cippato con la pala meccanica e il carico/scarico dello stesso nei mezzi di trasporto.

Nel caso di tettoie con prevalente funzione di stagionatura, in cui quindi si prevede di dover prevalentemente asciugare il cippato umido, è possibile prevedere la costruzione di coperture con sistemi di ventilazione forzata dell'aria preriscaldata in una apposita intercapedine sotto tetto. L'aria preriscaldata dal sole viene successivamente convogliata in un camino di ventilazione posto centralmente allo stoccaggio e forzata all'interno dei cumuli di cippato da un ventilatore.



Un'altra modalità di essiccare il cippato consiste nello sfruttare il calore a basso costo (o gratuito) che proviene dagli impianti di cogenerazione (CHP), questa energia termica - che nel periodo estivo è quasi sempre dissipata - può essere valorizzata per essiccare il cippato.

Esistono oggi sul mercato specifici essiccatoi (container o essiccatoio a tamburo cilindrico orizzontale) che sfruttano il calore di processo di impianti cogeneranti per l'essiccazione del cippato.



- Essiccatoio a tamburo cilindrico orizzontale che valorizza il calore di processo di un motore endotermico alimentato a biogas (Germania).

### 3.2 “CIPPATURA SULL’UMIDO”: CIPPATO DI QUALITÀ “B”

Il cippato qui definito di **qualità B** corrisponde a quello ottenuto dalla cippatura sull’umido:

- di piante intere di conifere e latifoglie con un’elevata presenza di foglie verdi,
- di sole ramaglie di conifere e di corteccia,
- di sole ramaglie di latifoglie con diametro prevalente inferiore ai 5 cm in cui si rileva un’elevata percentuale di corteccia e parti fini,
- di piante di salice e pioppo ottenute dalle utilizzazioni in ambito fluviale, perifluviale o da colture dedicate.



Il cippato fresco ottenuto da questo tipo di materiali di partenza non è idoneo agli impianti termici di piccola e media taglia e non risulta conveniente una sua stagionatura intermedia presso la piattaforma logistico-commerciale, perciò deve essere conferito direttamente alle centrali termiche di grande taglia (teleriscaldamento) o alle centrali dendroelettriche.



### 3 PROGETTAZIONE PRELIMINARE PER LA REALIZZAZIONE DI PIATTAFORME BIOMASSE REGIONALI

#### *Piattaforme per la produzione di cippato forestale: macchine e attrezzature principali*

Per la produzione di cippato di qualità A è indispensabile la presenza sul territorio di *piattaforme biomasse* in grado di gestire un quantitativo minimo di materiale come tondame e residui industriali della prima lavorazione del legno da lasciar stagionare e conseguentemente da destinare alla cippatura.

Una piattaforma per la produzione di cippato forestale presenta una dotazione in infrastrutture, macchine e attrezzature specifica. Non tutte le macchine e le attrezzature, però, devono essere necessariamente presenti come dotazione inventariabile delle piattaforme: l'impiego di alcune macchine (ad esempio la cippatrice) e di conseguenza il loro lavoro o operazione (la cippatura) può essere coordinato attraverso la richiesta di un servizio contoterzi (servizio di cippatura) oppure può essere condotto in termini di consorzio, associazione o cooperativa.

Le indicazioni tecniche che di seguito sono date - in questa sorta di linea guida per la progettazione di una piattaforma - sono basate sull'acquisizione di informazioni e dati reali reperiti *ad hoc* presso piattaforme per la produzione di combustibili legnosi già operanti in Germania (Kempten-Bavaria), Austria (Stiria), Alto-Adige, Trentino e Lombardia, che a tale scopo sono state visitate nella prima fase del presente studio.

Sono state altresì raccolte le principali informazioni operative e alcuni dati reali relativi alle attrezzature e macchine, nonché una loro descrizione operativa e funzionale, completati da una raccolta bibliografica di alcuni dati tecnici relativi alle caratteristiche principali delle macchine e attrezzature in commercio.

In allegato sono riportati in dettaglio i dati tecnici delle diverse tipologie di macchine e attrezzature utili per la strutturazione di una piattaforma.

### **Descrizione delle principali macchine della piattaforma biomasse**

#### ▪ **Autotreno per trasporto legname**

Si compone di un autocarro (a 2 o solitamente 3 assi) con rimorchio (solitamente biassiale). È l'unico mezzo di trasporto per via terrestre utilizzabile quando le distanze di trasporto superano i 10 - 15 km; per distanze più contenute, è sufficiente un trattore con rimorchio. L'allestimento per il trasporto dei tronchi prevede l'installazione di una gru idraulica a braccio articolato per il carico di legname di medie e grandi dimensioni, dotata di un momento di sollevamento minimo di 60 kNm e con sbraccio orizzontale massimo di 6 - 9 m. La gru è montata dietro il pianale di carico dell'autotreno. I pianali di autocarro e rimorchio sono dotati di stanti laterali per il contenimento dei tronchi.

La massa complessiva di un autotreno non può superare le 24 t se a 3 assi, le 40 t se a 4 assi e le 44 t se a cinque o più assi, il che si traduce, considerando questa ultima opzione, in una portata utile fra i 30 e i 40 m<sup>3</sup> di legname allo stato fresco.

#### ▪ **Pinza spacca-tronchi**

Trattasi di un accessorio fondamentale per favorire l'asciugatura dei tronchi, che può essere velocemente sostituito alla normale pinza della gru dell'autotreno per il trasporto legname. La pinza, dotata di una forza di rottura di 26 tonnellate, spacca longitudinalmente il singolo tronco aumentando così notevolmente la superficie a contatto con l'aria e quindi l'asciugatura del materiale.

#### ▪ **Cippatrice**

Macchina capace di sminuzzare il legno dando un prodotto finale consistente in scaglie lunghe, in senso assiale, fino a otto cm. A seconda del materiale da lavorare, si può prevedere l'uso di una cippatrice media o grande. Una cippatrice media (50 - 110 kW) è sufficiente per diametri fino a 30 cm, mentre una grande (>130 kW) può lavorare diametri fino a 70 cm; quando non dotata di motore diesel indipendente, l'attrezzatura può essere azionata dal motore del camion. Non essendoci esigenze di movimentazione, la cippatrice può essere allestita su rimorchio a due assi indipendente che rimane stabilmente presso la piattaforma. L'organo di triturazione di una cippatrice grande è solitamente a tamburo con coltelli o martelli.

#### ▪ **Pala meccanica**

Macchina per la movimentazione e soprattutto il carico del cippato stagionato su autotreno con cassoni a mezzo di una pala meccanica dotata di benna specifica per cippato. Considerando che il bordo superiore del cassone è ad un'altezza di almeno 3,5 m, l'altezza al perno benna della pala meccanica deve superare tale valore; questo richiede l'impiego di pale meccaniche di dimensioni medio - grandi, con potenze superiori ai 100 kW.

#### ▪ **Autotreno per trasporto cippato**

Il cippato è portato all'impianto di utilizzazione finale tramite autotreno allestito con adeguati cassoni per il trasporto. Sull'autocarro è montato un cassone con capacità volumetrica di 35 - 40 m<sup>3</sup>, mentre il rimorchio può portare un cassone di 45 - 50 m<sup>3</sup>, per una capacità di trasporto totale che si aggira sugli 80 - 85 m<sup>3</sup>, equivalenti a 17 - 20 t di cippato al 35% di contenuto idrico.

**Descrizione operativa della piattaforma logistico-commerciale e dei costi di produzione del cippato**

La descrizione tecnico-operativa di seguito riportata fa riferimento ad una piattaforma logistico-commerciale tipo, in grado di lavorare e commercializzare annualmente circa **5.000-6.000 t<sub>w30</sub>** di cippato equivalenti a circa 20-25.000 msr cippato W30/anno.

**Planimetria della Piattaforma Biomasse tipo**

In allegato è riportata una “**planimetria tipo**” della piattaforma biomasse che mostra: il *lay-out* della piattaforma, la pianta funzionale e il prospetto laterale e frontale della copertura. Per la piattaforma tipo è stata considerata un’area complessiva di 10.000 mq, dotata di una copertura ventilata di circa 2.000 mq. La copertura è stata suddivisa in reparti separati per lo stoccaggio del cippato, della segatura e i trucioli e per la fase finale della stagionatura del materiale tal quale (tronchi e refili) prima della cippatura. La piattaforma è dotata di un’area di manovra asfaltata di 4.800 mq (in parte dedicata al parcheggio dei mezzi e delle macchine) dove sono ubicati gli uffici della piattaforma e la pesa elettronica. Sono stati previsti 4 depositi scoperti del materiale tal quale proveniente dalle segherie e dalle imprese boschive locali.

**Descrizione operativa e funzionale della Piattaforma**

Il legname, accatastato lungo una strada forestale camionabile o ad un imposto raggiungibile con autotreno, viene caricato sul mezzo e trasportato presso la piattaforma. Per la stima dei costi (Tabella 6) è stata considerata una distanza totale (viaggio carico + scarico) di 45 km, ipotizzando che il valore possa variare da un minimo di 20 a un massimo di 90 km. Nel caso in cui il materiale non sia recuperabile direttamente su un piazzale bordo strada camionabile, si deve aggiungere il costo di trasporto tra piazzale su strada trattorabile fino a piazzale su strada camionabile (nel caso indicato si fa riferimento a una distanza di conferimento inferiore a 8 km).

Raggiunta la piattaforma, il legname viene scaricato in diverse cataste all’aperto, alte circa 5-7 m, suddivise per tipologia di materiale legnoso: tondame di conifera, tondame di latifolia, refili e sciaveri. Qui il materiale rimane stoccato per un periodo di circa 10 mesi che deve includere quelli estivi. I tronchi con diametro superiore ai 30 cm devono essere spaccati longitudinalmente con la pinza fendi-tronchi per favorirne l’asciugatura, il materiale è periodicamente spostato e “rimescolato” all’interno della catasta, sempre a mezzo della gru dell’autotreno. Trascorso tale periodo all’aperto, tronchi, refili e sciaveri sono portati sotto copertura per altri due mesi circa: questo lasso di tempo è considerato sufficiente per abbassare il contenuto idrico del legno fino al 30% circa. La piattaforma deve essere dotata di una copertura ventilata di 2000 m<sup>2</sup> circa costruita su piazzale impermeabile, prevedendo che - periodicamente - circa il 50% di tale superficie sia dedicata allo stoccaggio del legname in catasta.

Il legname stagionato viene quindi sottoposto a cippatura ed il prodotto rimane accumulato sotto la copertura. Quando richiesto, l’autotreno allestito con cassoni per il trasporto del cippato (capacità volumetrica 80 msr) viene caricato a mezzo della pala meccanica e trasporta il prodotto all’utente finale.

Tabella 6 - Indicazioni sui costi di produzione del cippato forestale di qualità A presso una *piattaforma biomasse*

Operazione	Attrezzatura impiegata	Costo €/t (W30)
Trasporto legname su strada camionabile (A+R, km < 8)	trattore rimorchio	2,50 - 4,50
Carico topi su autotreno	autotreno con gru	1,60
Trasporto presso piattaforma (A+R, 45 km)	autotreno con gru	2,90 - 4,80
Scarico topi da autotreno	autotreno con gru	1,30
Movimentazione e spaccatura tronchi	autotreno con gru e pinza spacca-tronchi	4,50
Stagionatura	capannone	3,15
Cippatura	cippatrice	8,31 - 13,00
Carico cippato su autotreno	pala meccanica	1,69
Conferimento cippato (A+R, 90 km)	autotreno con cassoni	8,47 - 11,00
	<b>TOTALE</b>	<b>33,42 - 45,54</b>

Al costo di trasformazione si deve aggiungere il prezzo di acquisto del tondame. In questo caso il materiale, infatti, non è da considerarsi uno scarto. Poiché questo materiale non è adatto alla segazione per evidenti difetti tecnologici, il suo prezzo potrebbe variare dai 10 ai 20 €/m<sup>3</sup>. Convertito in tonnellate al 30% di contenuto idrico, tale prezzo varierebbe da 11,5 a 47,6 €/t.

Quindi, complessivamente il costo per la produzione di cippato può variare indicativamente dai **45 €/t ai 92 €/t** (da 16 €/mst a 26 €/mst) (Figura 21).

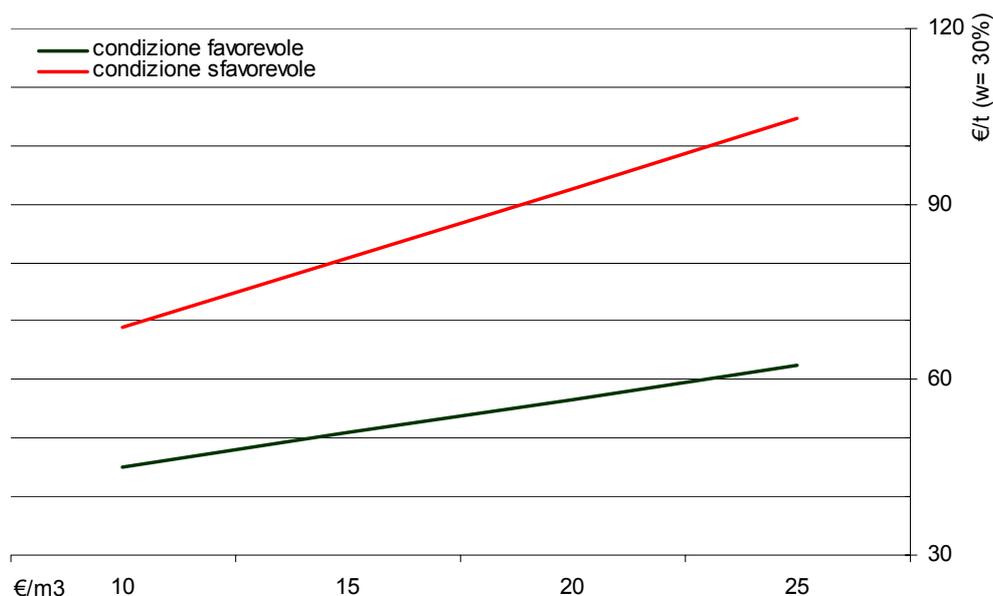


Figura 21: variazione del costo di trasformazione delle biomasse forestali in cippato forestale di qualità A (compreso conferimento tondame in piattaforma, lavorazione e consegna presso impianto) in relazione al prezzo di acquisto del tondame non adatto alla segazione disponibile a bordo strada.

Di seguito si riporta un *lay-out* funzionale che fornisce indicazioni operative sulla **disposizione delle macchine e attrezzature** presso la piattaforma tipo. Si evidenziano, nello stesso schema, la sequenza delle operazioni e la dislocazione dei siti di lavorazione e stoccaggio sia del materiale tal quale (esterno/interno) che del cippato (interno) (Figura 22). I dettagli delle infrastrutture della piattaforma biomasse sono riportati nella planimetria allegata.

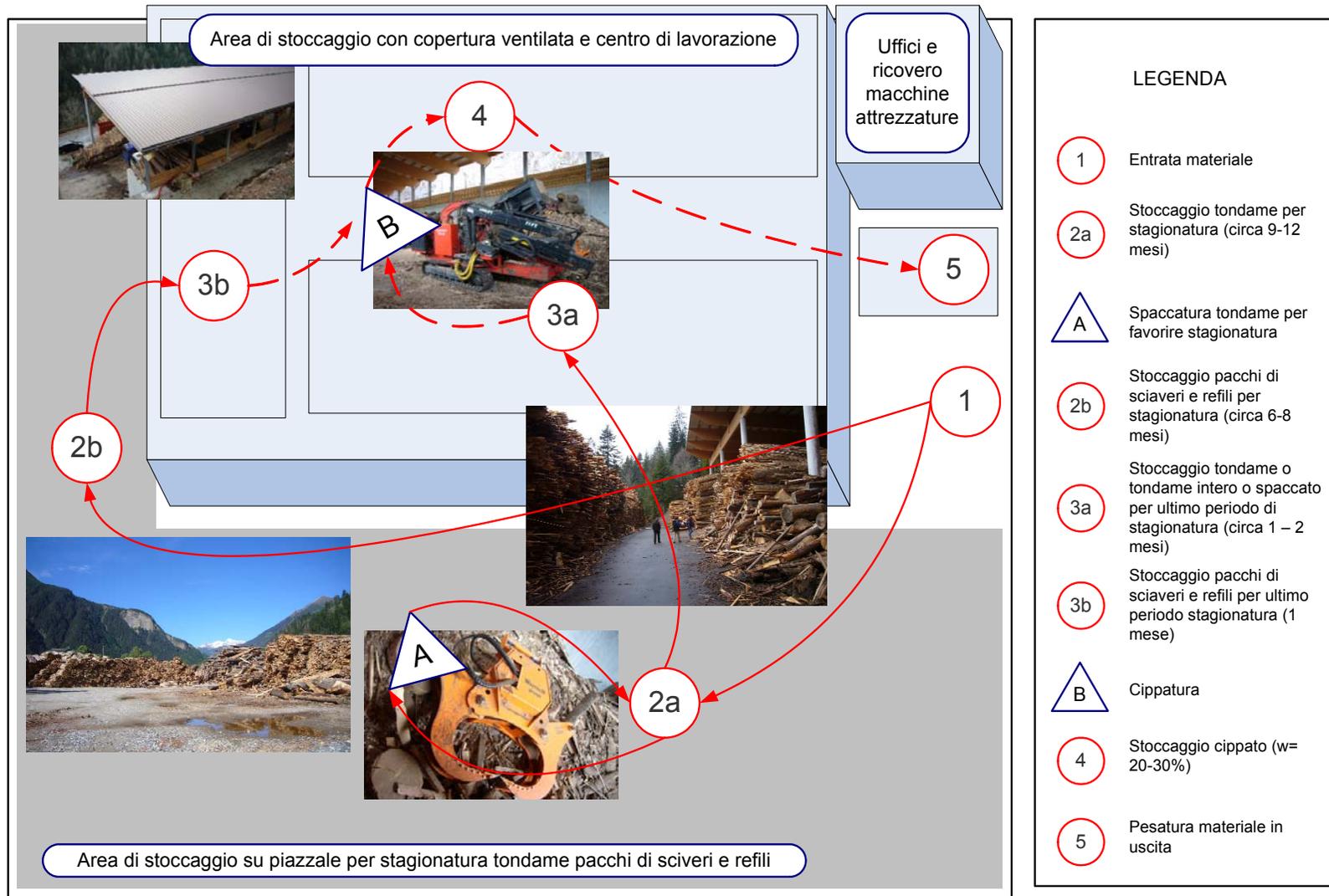


Figura 22: Lay-out funzionale di una piattaforma tipo per la lavorazione di 5-6.000 t/anno di cippato W30

**Indicazioni sui costi di investimento per la realizzazione di una piattaforma tipo**

È stata considerata l'ipotesi di realizzare *ex-novo* una piattaforma logistico-commerciale in grado di commercializzare annualmente circa 5-6.000 t<sub>w30</sub> di cippato, prodotto in parte da materiale di provenienza forestale e in parte da scarti dell'industria del legno locale. Si riporta di seguito una stima dei costi di investimento per la realizzazione delle infrastrutture e per l'acquisto delle macchine, attrezzature e strumentazioni in dotazione alla piattaforma. Come indicato in tabella, alcune macchine possono essere noleggiate chiedendo un servizio alle imprese locali che già dispongono di tali macchine, es. autocarri).

I costi non includono l'acquisto dei terreni, nell'ipotesi - realistica - che la piattaforma sia realizzata in un piazzale esistente di una proprietà pubblica data in concessione alla *partnership* pubblico-privata che realizza l'investimento (Regione, CM e imprese private locali). Diversamente, se i terreni devono essere acquistati, dovrà essere aggiunto il relativo costo.

Per quanto riguarda le infrastrutture e loro dimensionamento si fa riferimento alla planimetria allegata.

In riferimento alla manodopera, si può considerare - in una prima fase - la necessità di una persona part-time, mentre a regime sarà necessaria una persona full-time (il costo lordo è di circa 23-25.000 €/anno).

**Costi di investimento per l'allestimento della piattaforma.**

Macchina - Attrezzatura	Operazione	Investimento	Noleggio
-	-	€	
Autocarro trasporto tondame	Trasporto strada cammionabile-piattaforma	150.000	Possibile noleggio da imprese locali
Cippatrice dimensioni medio grandi	Riduzione in scaglie del legno	80.000	Possibile noleggio da imprese locali
Autocarro + rimorchio trasporto cippato	Trasporto piattaforma-impianto	200.000	Possibile noleggio da imprese locali
Pinza fendi-tronchi	Spaccatura tronchi per accelerare stagionatura	7.000	(interscambiabile con pinza per la movimentazione del legname o dei pacchi di sciaveri)
Trattore + pala + braccio idraulico	Movimentazione tondame, pacchi di sciaveri, movimentazione e carico cippato	70.000	-
Pala meccanica	Movimentazione e carico cippato	35.000	(macchina necessaria per piattaforme con produzione di cippato > 3.500 t/anno)
Totale (con noleggio macchine)		112.000	con noleggi macchine
Totale (con acquisto di tutte le macchine)		654.000	senza noleggi macchine
Infrastrutture	Operazione	Investimento	Noleggio
Pesa elettronica	Pesatura materiale in entrata e in uscita	20.000	-
Copertura ventilata in legno (2.000 m <sup>2</sup> ; h: 6-7 m)	Ultimo periodo di stagionatura e conservazione cippato	200.000	-
Costi per asfaltatura, recinzione, cancelli, struttura prefabbricata in legno (uffici e sala comando pesa)	Aree manovra, pesatura, uffici	100.400	-
Strumentazioni per controllo qualità cippato (pezzatura e W)	Controllo qualità cippato in uscita	3.000	-
Totale infrastrutture		323.400	
<b>TOTALE complessivo (con noleggi macchine)</b>	(112.000+323.400)	<b>435.400</b>	Calcolato con noleggio macchine

**Computo estimativo infrastrutture piattaforma**

Si riporta il computo estimativo per il calcolo dei costi delle infrastrutture.

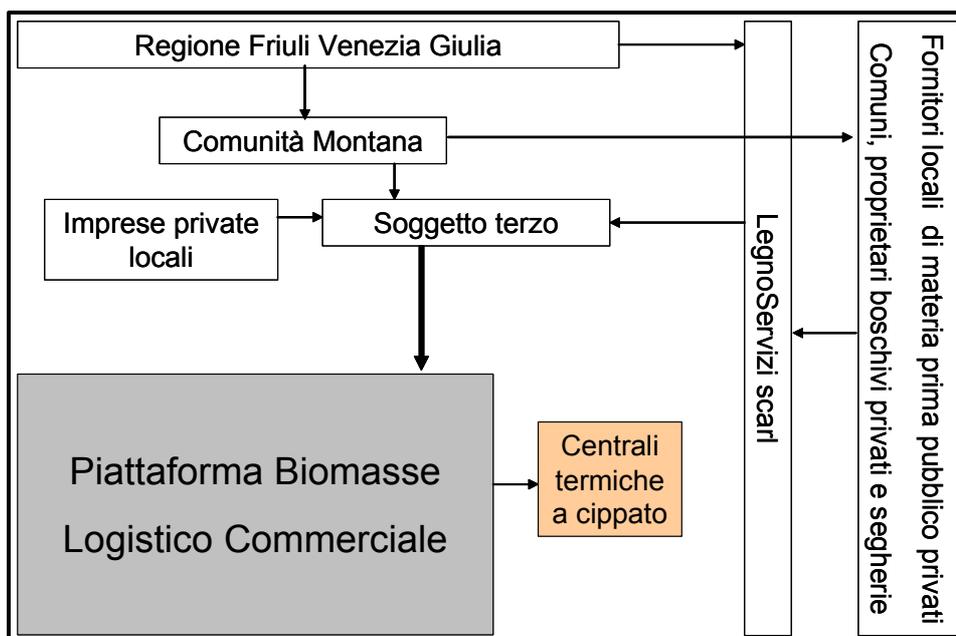
**COPERTURA 1900 mq**

<b>1. Fondazioni</b>	€
Plinto (dim. cm 80x80 h= cm 100)	
calcestruzzo mc 14 x 160 €/mc	2.240
ferro kg 700 x 1 €/kg	700
<b>Totale</b>	<b>2.940</b>
Platea cm 30 + rete elettrosaldata	
getto di calcestruzzo mc 384 x 120 €/mc	46.080
ferro mc 384 x 50 kg/mc x 1 €/kg	19.200
<b>Totale</b>	<b>65.280</b>
<b>2. Pilastri</b>	
Pilastri in c.a	
calcestruzzo mc 40 x 424.99 €/mc	13.000
ferro mc 40 x 50 kg/mc x 1 €/kg	2.000
<b>Totale</b>	<b>15.000</b>
<b>3. Pannelli in cls</b>	
Pannello mq 360 x 28 €/mq	<b>10.080</b>
<b>4. Copertura</b>	
Travi lamellari mc 7.68 x 9 x 598,00 €/mc	41.334
Perline in legno di abete mq 180 x 9.13 €/mq	1.643
Lamiera grecata mq 1900 x 31.00 €/mq	58.900
<b>Totale</b>	<b>101.877</b>
<b>5. Impianto elettrico</b>	
Impianto elettrico (a corpo)	4.000
<b>Totale</b>	<b>199.177</b>
<b>Totale arrotondato</b>	<b>200.000</b>
<b>Asfaltatura piazzale (30 €/mq x 4800 mq)</b>	
10 cm di stabilizzato 21,53 €/mc x 4800 mq	10.334
10 cm di bynder 9,50 €/mq x x 4800 mq	45.600
Manto bituminoso 3 cm (3,84 €/mqx 4800 mq)	18.432
<b>Totale</b>	<b>74.366</b>
<b>Recinzione</b>	
recinzione in rete e paletti in legno (20 €/mq x 800 mq)	16.000
<b>Pesa elettronica</b>	20.000
<b>Casetta prefabbricata in legno (uffici)</b>	3.000
<b>Cancelli (2)</b>	10.000
<b>TOTALE complessivo</b>	<b>323.366</b>
<b>TOTALE complessivo arrotondato</b>	<b>323.400</b>

**Modello di gestione della piattaforma**

Le piattaforme biomasse tipo, realizzabile a scala di Comunità Montana, potrebbe essere messe a punto attraverso la costituzione di una *partnership* pubblico-privata secondo il seguente modello:

1. Il soggetto che assume un ruolo di *governance* e coordinamento generale è la **Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia**. E' il soggetto che ha il ruolo di indirizzo decisionale; il presente studio dà alla Regione uno strumento decisionale operativo per definire quante piattaforme possono potenzialmente essere realizzate su scala regionale e dove dovrebbero essere collocate da un punto di vista spaziale.
2. Il proprietario, realizzatore e gestore della piattaforma è la **Comunità Montana**, che svolge inoltre un importante ruolo di animazione e coinvolgimento delle imprese boschive e segherie locali (fornitori della materia prima). Sulla base degli indirizzi decisionali della Regione, la CM individua i siti dove realizzare la piattaforma, progetta e realizza concretamente la piattaforma.
3. La gestione operativa della piattaforma è affidata dalla CM ad un **soggetto terzo** (cooperative, Consorzio Boschi Carnici, LegnoServizi, altri) che svolge un ruolo di gestione della piattaforma (acquisto di materiale legnoso tramite il supporto di LegnoServizi).
4. Le **imprese private locali** forniscono al soggetto terzo eventuali servizi per il funzionamento della piattaforma, in particolare: servizi di trasporto (materiale tal quale e cippato) e servizi di cippatura; nel caso siano presenti localmente imprese che abbiano già in dotazione almeno alcune delle macchine richieste per il corretto funzionamento della piattaforma.
5. **LegnoServizi** scarl svolge un importante ruolo di supporto alla gestione della piattaforma, in particolare coordina a scala regionale il collegamento (contrattuale e di compravendita) tra i fornitori di materia prima - pubblici e privati (Comuni, imprese boschive e segherie)- e la ESCo che gestisce la piattaforma.



## BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. 2002. Biomass Combustion and Co-Firing. Handbook - Twente University Press. Netherlands.**
- Chiopris, G. 2006.** La produzione potenziale di energia da biomasse della foresta del Friuli Venezia Giulia. In atti: Valorizzazione energetica delle risorse forestali della montagna del Friuli Venezia Giulia. Tarcento 29 Aprile 2006. AIEL: Legnaro
- Comunità Montana del Friuli-Occidentale. 2005.** Studio per l'individuazione, l'organizzazione e la gestione di un bacino transfrontaliero per la valorizzazione a fini energetici delle biomasse forestali nella Comunità Montana del Friuli-Occidentale - FASE 1. Programma di Iniziativa Comunitaria INTERREG III A. Italia-Slovenia 2000-2006. A cura di: Antonio De Mezzo.
- Comunità Montana del Gemonese, Canal del Ferro e Val Canale. 2006.** Studio per l'individuazione, l'organizzazione e la gestione di un bacino transfrontaliero per la valorizzazione a fini energetici delle biomasse forestali nella Comunità Montana del Gemonese, Canal del Ferro e Val Canale - FASE 1. Programma di Iniziativa Comunitaria INTERREG III A. Italia-Slovenia 2000-2006.
- Comunità Montana della Carnia. 2006.** Studio per l'individuazione, l'organizzazione e la gestione di un bacino transfrontaliero per la valorizzazione a fini energetici delle biomasse forestali nella Comunità Montana della Carnia - FASE 1. Programma di Iniziativa Comunitaria INTERREG III A. Italia-Slovenia 2000-2006. A cura di: Renzo Lonigro, Denis Romano e Marco Vlaich.
- Comunità Montana della Torre, Natisone e Collio. 2006.** Studio per l'individuazione, l'organizzazione e la gestione di un bacino transfrontaliero per la valorizzazione a fini energetici delle biomasse forestali nella Comunità Montana della Torre, Natisone e Collio - FASE 1. Programma di Iniziativa Comunitaria INTERREG III A. Italia-Slovenia 2000-2006. A cura di: Giuseppe Vanone.
- ESRI. 2007.** ArcGIS versione 9.1. ESRI, Environmental Systems Research Institute: Redlands, CA. <http://www.esri.com>
- Francescato V., Paniz A., Antonini E. e Grigolato S. 2007.** Vitis Energetica. L'Informatore Agrario. Supplemento speciale, n. 10/2007.
- Francescato V., Antonini E., Paniz A. 2006.** Studio comparativo del cippato ricavato da differenti specie legnose nel corso della stagionatura e dello stoccaggio. In corso di stampa.
- Jonas A., Haneder H. e Furtner K. 2005.** Energie aus Holz. Niederösterreichische Landes-Landwirtschaftskammer: St. Pölten. Austria
- Regione Autonoma Friuli-Venezia-Giulia. 2007.** Creazione del Sistema Informativo Territoriale per il monitoraggio della filiera Legno Energia nella Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia. Direzione Centrale Risorse Agricole, Naturali, Forestali e Montagna. Relazione interna non pubblicata. A cura di AIEL - Associazione Italiana Energie AgroForestali. Legnaro (Pd).
- Regione Autonoma Friuli-Venezia-Giulia. 1999.** Realizzazione della Cartografia Tematica: Piani della Viabilità Forestale, Tipi Forestali e Tipi Strutturali. Area Montana. Direzione Centrale Risorse Agricole, Naturali, Forestali e Montagna. Relazione interna non pubblicata. A cura di: Giuseppe Vanone.
- Tecniko&Pratiko. 2005-2007.** Schede tecniche. Sherwood - Alberi e Foreste Oggi. Compagnia delle Foreste: Arezzo

**ALLEGATI****A. INDICI DI MASSA RITRAIBILE (% SU m<sup>3</sup> UTILIZZATO) IMPIEGATI NELLE ELABORAZIONI GIS-BASED**

<b>Comunità montana</b>	<b>Tipi forestali</b>	<b>Residui</b>	<b>Legname</b>	<b>MR</b>
		<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
	-			
Friuli Occidentale	Abieteti e piceo-abieteti	20	8	28
	Abieti-piceo-faggeti	20	5	25
	Acero-frassineti e acero-tiglieti	18	0	18
	Betuleti e corileti	0	100	100
	Castagneti	18	0	18
	Faggete	18	0	18
	Formazioni ripariali	0	100	100
	Lariceto	32	5	37
	Neocolonizzazione ripariale	0	100	100
	Orno-ostrieti e ornio-querceti	18	0	18
	Peccete	20	5	25
	Piceo-faggeti	20	5	25
	Pinete PS e PN	23	5	28
	Querco-carpineti e carpineti	18	0	18
	Rimboschimenti Conifere	20	5	25
	Rimboschimenti Larice	32	5	37
	Rimboschimenti Latifoglie	18	0	18
	Robinieto	18	0	18
	Rovereti	18	0	18
Torre, Natisone e Collio	Acero-frassineti e acero-tiglieti	18	0	18
	Betuleti e corileti	0	100	100
	Castagneti	18	0	18
	Faggete	18	0	18
	Formazioni ripariali	0	100	100
	Neocolonizzazione latifoglie	0	100	100
	Neocolonizzazione ripariale	0	100	100
	Orno-ostrieti e ornio-querceti	18	0	18
	Querco-carpineti e carpineti	18	0	18
	Rimboschimenti Abete rosso	24	5	29
	Rimboschimenti Conifere (non specificate)	24	0	24
	Rimboschimenti Larice	24	0	24
	Rimboschimenti Abete rosso	24	0	24
	Robinieto	18	0	18
	Rovereti	18	0	18
	Saliceti	0	100	100

Piattaforme Biomasse Logistico-Commerciali in Friuli Venezia Giulia

Comunità montana	Tipi forestali	Residui	Legname	MR
Gemonese, Canal del Ferro e Val Canale	Abieteti e piceo-abieteti	20	5	25
	Abieti-piceo-faggeti	20	8	28
	Acero-frassineti e acero-tiglieti	18	0	18
	Alnete	0	100	100
	Betuleti e Corileti	0	100	100
	Castagneti	18	0	18
	Faggete	18	0	18
	Formazioni ripariali	0	100	100
	Lariceto	32	5	37
	Neocolonizzazione ripariale	0	100	100
	Orno-ostrieti e orno-querceti	18	0	18
	Peccete	20	5	25
	Piceo-faggeti	20	8	28
	Pinete PS e PN	25	8	33
	Quercu-carpineti e carpineti	18	0	18
	Rimboschimenti Abete rosso	20	5	25
	Rimboschimenti Conifere	20	5	25
	Rimboschimenti Larice	20	5	25
	Robinieta	18	0	18
	Saliceti	0	100	100
Piceo-faggeti	20	8	28	
Carnia	Abieteti e piceo-abieteti	20	5	25
	Abieti-piceo-faggeti	20	8	28
	Acero-frassineti e acero-tiglieti	18	0	18
	Alnete	0	100	100
	Betuleti e Corileti	0	100	100
	Castagneti	18	0	18
	Faggete	18	0	18
	Formazioni ripariali	0	100	100
	Lariceto	32	5	37
	Neocolonizzazione ripariale	0	100	100
	Orno-ostrieti e orno-querceti	18	0	18
	Peccete	20	5	25
	Piceo-faggeti	20	8	28
	Pinete PS e PN	26	5	31
	Quercu-carpineti e carpineti	18	0	18
	Rimboschimenti Abete rosso	20	5	25
	Rimboschimenti Conifere	20	5	25
	Rimboschimenti Larice	20	5	25
	Rovereti	18	0	18

**B. MACCHINE E ATTREZZATURE: CARATTERISTICHE E PREZZI NUOVO ED USATO**

**Autotreno per trasporto legname tondo**

Per l'allestimento forestale dell'autotelaio (gru idraulica a braccio articolato, stanti, manodopera), dipendente dal modello di gru, si è considerato un valore minimo di 34.700 € e un valore massimo di 71.800 €.

Modello	Potenza kW (cv)	Assi n.	Peso ammissibile (proprio + carico utile) t	Prezzo (IVA esclusa)	
				Autotelaio standard €	Autotelaio allestito (min-max) €
MAN TGA 18.444 4x4	323 (439)	2	18 (7,65 + 10,35)	100.600	135 300 – 172 400
MAN TGA 33.404 6x4	295 (401)	3	26 (9,65 + 16,35)	100.700	135 400 – 172 500
MAN TGA 26.444 6x2	323 (439)	3	26 (8,35 + 17,65)	100.405	135 105 – 172 205
MAN TGA 33.444 6x4	323 (439)	3	26 (9,6 + 16,4)	102.900	137 600 – 174 700
MAN TGA 33.484 6x4	353 (480)	3	26 (9,6 + 16,4)	105.000	139 700 – 176 800
Mercedes-Benz 3344 6x4	320 (435)	3	26 (11,5 * + 14,5)	121.100	155 800 – 192 900
Mercedes-Benz 3346 6x4	335 (456)	3	26 (13,7 * + 12,3)	123.220	157 920 – 195 020
Renault Kerax 410.33 6x4	302 (411)	3	26 (9,45 + 16,55)	116.890	151 590 – 188 690
Scania R380LB 6x2	280 (381)	3	26 (9 + 17)	115.900	150 600 – 187 700
Scania R620LB 6x2	458 (623)	3	26 (9,4 + 16,6)	162.300	197 000 – 234 100
Scania R560 CB 6x4	412 (560)	3	26 (9,8 + 16,2)	131.200	165 900 – 203 000
Volvo FM 440 6x4	324 (441)	3	26 (9,56 + 16,44)	118.412	153 112 – 190 212
Volvo FH 520 6x2	382 (520)	3	26 (8,8 + 17,2)	122.424	157 124 – 194 224
Volvo FM 480 6x4	353 (480)	3	26 (9,56 + 16,44)	123.212	157 912 – 195 012

\*: peso proprio autotelaio allestito

**Rimorchio**

Modello	Assi n.	Peso proprio t	Carico utile t	Prezzo (IVA esclusa) €
Zorzi 20R055/19P	2			
Schwarzmüller	2	3,1	18,9	30 000
Matec	3	5	21	35 500
Schwarzmüller	2	5	17	26 900 <sup>a</sup>
Kotschenreuther Tandem Pritschen Anhängen / TPR 21	2	4,5	17,5	n d
Kurzholz-Zentralachsanhänger	2	4	18	25 000 <sup>b</sup>
Schwarzmüller	3	4,4	21,6	14 000 <sup>c</sup>

<sup>a</sup>: usato, immatricolato 10/04 <sup>b</sup>: usato, immatricolato 6/05 <sup>c</sup>: usato, immatricolato 7/98

**Pinza spaccalegna**

Modello	Apertura max pinza mm	Forza di spaccatura t	Peso proprio kg	Prezzo (IVA esclusa) €
Westtech W 600	600	26	250	4700
Westtech W 820	820	26	330	6000
Westtech W 1000	1040	26	460	7000

Piattaforme Biomasse Logistico-Commerciali in Friuli Venezia Giulia

**Cippatrice di media potenza**

Modello	Potenza kW	Azionamento Tipo *	Diametro max triturazione cm	Prezzo (IVA esc.) €
Farmi CH 260 HF	40 - 80	PDP	26	15 500
Farmi CH 380 HF	100 - 155	PDP	38	31 000
Gandini CH 13 MTS	51 - 66	MDI	30	45 440
Gandini BT 89 TTS	51 - 103	PDP	20	45 000
Gandini BT 89 MTS	88	MDI	20	72 000
Gandini Big TPS	59 - 178	PDP	30	36 000
Gandini Big MTS	110	MDI	30	58 000
Gandini BT 91 TTS	59 - 132	PDP	30	56 900
Gandini BT 91 MTS	132	MDI	30	86 000
Green Technik BS 750 M	59 - 80	MDI	15	58 500
Jenz HEM 360 Z	74 - 150	PDP	36	n d
Laimet HP-21	60 - 120	MDI	17	10 500
Laimet HP 21 HS	45 - 75	MEI	17	21 000 - 24 000
Laimet HP 25 HS	45 - 90	MEI	23	31 000 - 48 000
Lindana TP 270 F	80 - 100	PDP	27	16 500
Terminator 6	80 - 100	PDP	37	40 830
Terminator 6	100 - 120	MDI	37	113 000
Negri R500/D Iveco	60	MDI	18	43 500
Negri R500/T	67	PDP	18	38 350
Pezzolato H880/250	60	PDP	25	13 260
Pezzolato H880/250	60	MDI	25	29 220
Pezzolato H980/300	70	PDP	30	17 700
Pezzolato H980/300	110	MDI	30	37 440
Pezzolato PTH 480/660	75	PDP	37	41 540
Pezzolato PTH 700/660	90	PDP	37	50 730
Pezzolato S9000G	66	PDP	-	30 390
Pezzolato S10000	80	PDP	20	42 940

\*: PDP = presa di potenza MDI = motore diesel indipendente MEI = motore elettrico indipendente

**Cippatrice di elevata potenza**

Modello	Potenza kW	Azionamento Tipo *	Diametro max triturazione (legno tenero) cm	Prezzo (IVA esclusa) €
Bruks 604 CT	147 - 300	MDI - PDP	34	126 000
Bruks 804 CT	316	MDI	55	240 000 - 280 000
Eschlböck Biber 70	150	PDP	40	n d
Gandini CH 35 TPS	110 - 147	PDP	40	56 000
Gandini CH 35 MTS	162	MDI	40	120 000
Gandini CH 60 TPS	162 - 257	PDP	70	74 000
Gandini CH 60 MTS	265 - 441	MDI	70	160 000
Green Technik BS 1000 M	161	MDI		n d
Green Technik BS 1250 M	235	MDI		n d
Green Technik BS 1250 M	309	MDI		n d
Jenz HEM 700D	440 - 480	MDI	70	
Jenz HEM 561D	360	MDI	56	262 000 <sup>a</sup>
Jenz HEM 561Z	132 - 235	PDP	56	n d
Jenz HEM 420D	206	MDI	42	n d
Jenz HEM 420Z	90 - 180	PDP	42	n d
Mus-max Term 8	140 - 160	PDP	40	49 700
Mus-max Term 8	200 - 250	MDI	40	130 400
Mus-max Term 9	230 - 260	PDP	45	98 000
Mus-max Term 9	300 - 350	MDI	45	165 000
Mus-max Term 10	200 - 270	PDP	66	120 000
Mus-max Term 10	470 - 520	MDI	71	190 000
Pezzolato PTH 900/660	220	MDI	37	129 170
Pezzolato PTH 900/1000	320	MDI	65	217 630
Pezzolato S10000	170	MDI	20	76 630
Pezzolato S13000	130	PDP	30	61 000
Pezzolato S13000	235	MDI	30	114 930
Pezzolato S15000	320	MDI	40	156 820

\*: MDI = motore diesel indipendente PDP = presa di potenza; <sup>a</sup>: 230 000 (cippatrice) + 32 000 (gru)

*Autotreno per trasporto cippato*

**Autocarro con cassone**

Modello	Potenza kW (cv)	Assi n	Peso ammissibile (proprio + carico utile) t	Prezzo (IVA esclusa)	
				Autotelaio standard €	Autotelaio allestito €
Volvo FM 480 6 x 4	353 (480)	3	26 (12+14)	123 212	170 000

**Rimorchio con cassone**

Modello	Assi n	Peso proprio t	Carico utile t	Prezzo (IVA esclusa) €
n d	2	7	15	45 000