

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MILANO

Facoltà di Agraria

Corso di Laurea triennale in Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente

e del Territorio Montano



IL PATRIMONIO FORESTALE DELLA

VALLE CAMONICA

La valorizzazione energetica delle biomasse

Relatore: Prof. Gianfranco Gregorini

Correlatore: Prof. Marco Fiala

Elaborato finale di:

Daniele Fontana

Matr. n. 677416

Anno Accademico 2011-2012

A Elide e Agostino

Vorrei ringraziare per la cortese disponibilità i Professori Gregorini Gianfranco, Marco Fiala, Silvio Moratti, il Dr. Jacopo Bacenetti, assistente del Prof. Fiala, il Dr. Martino Occhi, della segreteria dell'Università Studi Milano sede di Edolo e del Centro Interdipartimentale Ge.S.Di.Mont., nonché i Dottori Forestali Gian Battista Sangalli, Alessandro Ducoli e Alessandro Fiora, operanti presso la Comunità Montana di Valle Camonica, il Parco dell'Adamello e il Consorzio Forestale Bassa Valle Camonica.

Un ringraziamento particolare a Chiara Pedretti.

IL PATRIMONIO FORESTALE DELLA VALLE CAMONICA

La valorizzazione energetica delle biomasse

INDICE

OBIETTIVI E FINALITA'	1
1. LA RISORSA FORESTALE IN VALLE CAMONICA	3
1.1 Inquadramento territoriale	3
1.2 Superficie forestale in Valle Camonica	4
1.3 Composizione della proprietà	8
1.4 La produzione legnosa	8
1.5 La viabilità agro-silvo-pastorale	10
2. I CONSORZI FORESTALI	13
2.1 La Comunità Montana di Valle Camonica	13
2.2 I Consorzi Forestali	14
2.3 La filiera bosco-legno	20
2.3.1 Le imprese di utilizzazione boschiva	20
2.3.2 Le imprese di prima lavorazione	20
2.3.3 Il prezzo di macchiatico	21
2.3.4 Problemi e possibili soluzioni	21
2.4 Patto della "filiera bosco-legno-energia"	23
3. IL PROGETTO BIOMASSE	25
3.1 Delibera del Consiglio Direttivo	25
3.1.1 Le finalità del progetto	26

3.1.2 I lotti legnosi	26
3.1.3 Miglioramenti forestali e criteri di assegnazione al taglio	27
3.1.4 I quantitativi di massa legnosa	31
3.1.5 Procedure tecnico-finanziarie	32
3.2 Quadro economico consuntivo	34
3.3 Principali criticità	35
4. I NOVE LOTTI LEGNOSI	39
5. LE CENTRALI DI TELERISCALDAMENTO IN VALLE CAMONICA	77
5.1 Energia dalle biomasse	77
5.1.1 Le biomasse combustibili	79
5.1.2 La combustione	82
5.1.3 Il teleriscaldamento	84
5.1.4 La cogenerazione	86
5.2 Le centrali di teleriscaldamento operanti in Valle Camonica	89
5.2.1 Il carico di potenza	89
5.2.2 Impianto di teleriscaldamento di Ponte di Legno	89
5.2.3 Impianto di teleriscaldamento di Temù	92
5.2.4 Impianto di teleriscaldamento e cogenerazione di Sellero	94
5.2.5 Impianto di teleriscaldamento e cogenerazione di Edolo	99
CONSIDERAZIONI FINALI	105
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E SITI INTERNET	109
ALLEGATO	111

OBIETTIVI E FINALITA'

La Regione Lombardia e la Provincia di Brescia hanno finanziato nel triennio 2006-2008 alcuni progetti di taglio nei soprassuoli forestali della Valle Camonica con l'obiettivo di migliorare la struttura dei boschi camuni e rivitalizzare la filiera bosco-legno-energia locale. Prendendo spunto da questo progetto, l'elaborato propone un'analisi del patrimonio forestale camuno, focalizzando l'attenzione sull'impiego energetico delle biomasse forestali. Il lavoro svolto è stato articolato nei seguenti punti:

- ✓ la risorsa forestale;
- ✓ i Consorzi Forestali;
- ✓ il progetto biomasse;
- ✓ il teleriscaldamento in Valle Camonica.

L'elaborato si prefigge l'obiettivo di valorizzare il patrimonio forestale, nel contempo suscitare interesse e fornire un quadro esaustivo in merito ai componenti indagati della filiera bosco-legno-energia camuna.

Dall'analisi della **risorsa forestale** camuna è emerso un quadro sintetico ed esauriente in merito all'estensione, alla composizione e ripartizione dei boschi, alla quantità di massa legnosa presente e quella che è possibile prelevare nel contesto dei Piani di Assesamento, nonché al suo incremento. E' stato inoltre trattato l'argomento relativo alla viabilità agro-sivo-pastorale locale.

I **Consorzi Forestali** sono enti intercomunali preposti dalla normativa regionale a operare, nell'ambito del territorio di competenza, sia con attività di supporto alle funzioni esercitate dai singoli soci consorziati, sia attraverso l'erogazione dei servizi ambientali. L'analisi dei Consorzi Forestali camuni ha l'obiettivo di far conoscere la situazione attuale in merito alla distribuzione e alle attività svolte sul territorio da questi componenti della filiera.

Per quanto concerne il progetto di "**Miglioramento strutturale dei soprassuoli della Valle Camonica finalizzato al potenziamento della filiera bosco-legno-energia**", viene fornita una descrizione completa dell'iniziativa, da cui è stato possibile verificare la sostenibilità economica ed ambientale di approvvigionamento delle biomasse forestali ad uso energetico, nonché rilevare alcune criticità e formulare proposte per eventuali iniziative simili in futuro. Per ciascuno dei nove lotti legnosi è stata realizzata una scheda tecnica, in cui è riportato l'inquadramento territoriale, la tipologia d'intervento, le modalità di esbosco, il progetto riutilizzo introiti e documentazione fotografica degli interventi realizzati.

Ultimo anello della filiera bosco-legno-energia, le **centrali di teleriscaldamento** sono una realtà diffusa e ben radicata nel territorio. L'elaborato presenta un'indagine sulle centrali a biomassa operanti in Valle Camonica, che fornisce una visione dettagliata in merito al teleriscaldamento camuno. Inoltre, per ogni centrale termica è stato individuato, mediante opportuni calcoli, il carico di potenza medio dell'impianto, e formulate alcune considerazioni in merito all'ottimizzazione del loro impiego.

1. LA RISORSA FORESTALE IN VALLE CAMONICA

1.1 Inquadramento territoriale

La Valle Camonica si estende, con andamento nord-sud, dalla sorgente del fiume Oglio al Lago di Iseo (escluso il Comune di Pisogne), per più di 1.200 km², in 41 Comuni della Provincia di Brescia. Si tratta di un'area molto estesa caratterizzata da un'ampia variabilità ecosistemica e morfo-paesaggistica, testimoniata anche dal dislivello passa dai circa 250 m s.l.m. del fondovalle, ai 3.539 m s.l.m. del Monte Adamello.

In ambito forestale, il principale riferimento legislativo è **la Legge Regionale n°31 del 5 dicembre 2008 “Testo unico delle leggi in materia di agricoltura, foreste, pesca e sviluppo rurale”** che ha sostituito la l.r. 27/2004 (Tutela e valorizzazione delle superfici, del paesaggio e dell'economia forestale). L'articolo 42 considera bosco *le formazioni vegetali, a qualsiasi stadio di sviluppo, di origine naturale o artificiale, nonché i terreni su cui esse sorgono, caratterizzate simultaneamente dalla presenza di vegetazione arborea o arbustiva, dalla copertura del suolo, esercitata dalla chioma della componente arborea o arbustiva, pari o superiore al 20 per cento, nonché da superficie pari o superiore a 2.000 metri quadrati e larghezza non inferiore a 25 metri.*

Nel territorio della Valle Camonica si possono individuare le seguenti regioni forestali: esalpica centro-orientale esterna, mesalpica ed endalpica (Fonte: Del Favero R. et al.- I tipi forestali della Lombardia -).

Con riferimento alla distribuzione dei singoli raggruppamenti ecologici secondo orizzonti altitudinali (formazioni forestali), le regioni forestali definiscono le zone dove le specie arboree di importanza forestale, trovano le condizioni ottimali per la loro crescita e sviluppo.

La regione esalpica centro-orientale esterna si estende dalla bassa alla media Valle Camonica. L'orizzonte submontano è caratterizzato prevalentemente dalla presenza di latifoglie (*Castanea sativa*, *Fraxinus excelsior*, *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Quercus petraea*, orniello e carpino nero), che spesso ricoprono anche la sommità dei rilievi. Le conifere sono costituite principalmente da larice (*Larix decidua*) e dall'abete rosso (*Picea excelsa*). La presenza di questo ultimo è dovuta principalmente ad interventi antropici di rimboschimento condotti in passato, spesso a scapito del faggio (*Fagus sylvatica*) e poi diffusosi spontaneamente. Il larice a basse quote è presente sia in nuclei puri di origine artificiale, sia in nuclei naturali in cui si associa all'abete rosso o ad altre specie pioniere quali betulla, pioppo tremolo, salicene. La regione mesalpica si estende dall'alta Valle Camonica fino a Ponte di Legno. Dall'orizzonte montano in su, le elevate precipitazioni e le temperature più rigide, limitano la capacità concorrenziale dalle latifoglie a vantaggio delle conifere, soprattutto larice e abete rosso. La regione endalpica comprende il territorio dell'alta Valle Camonica oltre Ponte di Legno e il gruppo dell'Adamello fino alla Val di Savio. Le forti escursioni termiche giornaliere e annuali, combinate con una limitata umidità atmosferica, creano un ambiente poco

favorevole a molte delle latifoglie presenti nella regione mesalpica, mentre l'abete rosso trova le condizioni ottimali per crescere e svilupparsi. Nell'orizzonte montano prevalgono le peccete, così come in quello altimontano, in cui a queste ultime si alternano i lariceti. Salendo di quota le peccete tendono a diminuire a favore dei lariceti, i quali sono molto diffusi lungo tutto l'orizzonte subalpino su qualunque tipo di substrato (ricolonizzazione di pascoli alpini abbandonati) e spesso costituiscono il limite superiore della vegetazione arborea.

1.2 Superficie forestale in Valle Camonica

Il calcolo della superficie forestale della Valle Camonica è stato attenuato aggregando i dati concernenti la quantificazione areale dei boschi assestati con i dati riguardanti l'estensione dei boschi non assestati.

Le 41 Amministrazioni Comunali della Valle Camonica si avvalgono nella gestione della risorsa forestale della presenza di 39 Piani di Assestamento Forestale: n° 32 P.A.F. dei boschi Comunali, n° 4 P.A.F. dei boschi privati e n° 3 P.A.F. dell'E.R.S.A.F.

Il **Piano di Assestamento Forestale** è uno strumento di programmazione economica e di pianificazione per la gestione del territorio forestale espresso a livello comunale. Obbligatorio per la gestione delle superfici boscate (R.D.L. n° 3267 del 30 dicembre 1923), il P.A.F. è predisposto per il mantenimento della produzione forestale, garantire la perpetuità del reddito e per la massimizzazione dei servizi ottenibili di più elevato interesse collettivo.

Utilizzando come riferimento la zonizzazione del territorio proposta con i P.A.F. i boschi della Valle Camonica possono essere suddivisi nei seguenti settori:

- ✓ a prevalente attitudine **produttiva**. La classe colturale prevalente è la fustaia (bosco montano di conifere), in misura minore i cedui matricinati e i cedui in conversione. In armonia con gli ecosistemi forestali, gli obiettivi principali in capo della funzione produttiva sono la massimizzazione del reddito, la valorizzazione dell'offerta di legname e del sistema locale di imprese;
- ✓ a prevalente attitudine **protettiva**. Appartengono a questa categoria i soprassuoli tradizionalmente classificati come "boschi di protezione" (ambito altimontano e subalpino), oltre ai soprassuoli localizzati in zone ad alto rischio idrogeologico (formazioni ripariali, canali da valanghe, ghiaioni, aree instabili);
- ✓ a prevalente attitudine **turistico-ricreativa**. In questa categoria sono inseriti i soprassuoli particolarmente interessati da afflusso turistico e/o comunque esposti a flussi antropici molto elevati.

La **superficie forestale lorda assestata** della Valle Camonica è pari a 42.137 ha: le formazioni a dominanza di conifere sono le più diffuse occupando più del 75% della superficie assestata; la formazione principale è la pecceta montana con il 38% dei boschi assestati.

La **superficie forestale lorda non assestata** della Valle Camonica è pari a 16.439,88 ha. La classe colturale prevalente è il ceduo di latifoglie, che si estende per circa 8.500 ha (55%), la formazione principale è il castagneto 21,2%, tipica del fondovalle. La fustaia di conifere occupa il 45% della superficie. Tra le conifere la formazione principale è la pecceta montana con il 19.67% della superficie forestale non assestata.

La **superficie forestale lorda della Valle Camonica** è pari a 58.867 ha. La suddivisione della superficie forestale nelle singole formazioni (tabella 1), evidenzia come le formazioni a dominanza di conifere rappresentino il 67% della superficie boscata, mentre il 33% è popolato da latifoglie. La pecceta montana è tra le conifere la formazione principale, mentre tra le latifoglie, le formazioni più diffuse sono il castagneto, e l'orno-ostrieto.

L'elevata presenza di acero e corilo frassineto, rappresenta un indice significativo del grado di abbandono dell'agricoltura, infatti sono spesso neoformazioni derivanti da processi di ricolonizzazione di coltivi o prati abbandonati e si trovano di frequente sui gradoni terrazzati in alta Valle dove oramai l'agricoltura è diventata antieconomica.

I consorzi rupicoli sono formazioni tipiche di soprassuoli poco evoluti, con orografia aspra e accidentata, la cui composizione varia a seconda del substrato geologico, dell'esposizione del versante e dell'influenza delle specie forestali limitrofe.

Il bosco igrofilo è una formazione caratteristica delle aree golenali e delle sponde del fiume Oglio, caratterizzate da terreno di buono sviluppo, falda superficiale e spesso soggette ad un forte disturbo antropico. In queste situazioni, generalmente s'insediano formazioni miste di pioppo, salice (*Salix spp.*) e robinia, a cui si possono aggiungere ontano nero, ontano bianco, frassino e platano (*Platanus spp.*). Tale formazione si riscontra anche in alcune aree abbandonate dall'attività agricola.

La superficie forestale a prevalente attitudine produttiva è stimata pari a 40.000 ha: 25.000 ettari di boschi pubblici e 15.000 ettari di boschi privati. I boschi di produzione sono costituiti prevalentemente da conifere, 28.000 ha (20.000 ha di boschi pubblici e 8.000 ha di boschi privati). La superficie forestale protettiva è stimata in 19.000 ha: 15.000 ettari di boschi pubblici e 4.000 ettari di boschi privati.

L'indice di boscosità della Valle Camonica, ottenuto dal rapporto tra la superficie forestale e l'intera superficie territoriale, è pari al 46%; il dato è superiore al medesimo rilevato a livello regionale che è pari al 27,7% (tabella 1 di pagina 20). A livello comunale, si rilevano elevati indici di boscosità a Piancogno (77,27%), Paspardo (76,66%), Berzo Demo (74,23%), Sellero (73,40%), Cedegolo (71,01%). Al contrario, nei Comuni di Civate, Camuno, Saviore dell'Adamello e Ponte di Legno sono stati riscontrati i più bassi indici di boscosità della Valle Camonica, rispettivamente il 19% e 20,2%, 21,3% (grafico 1).

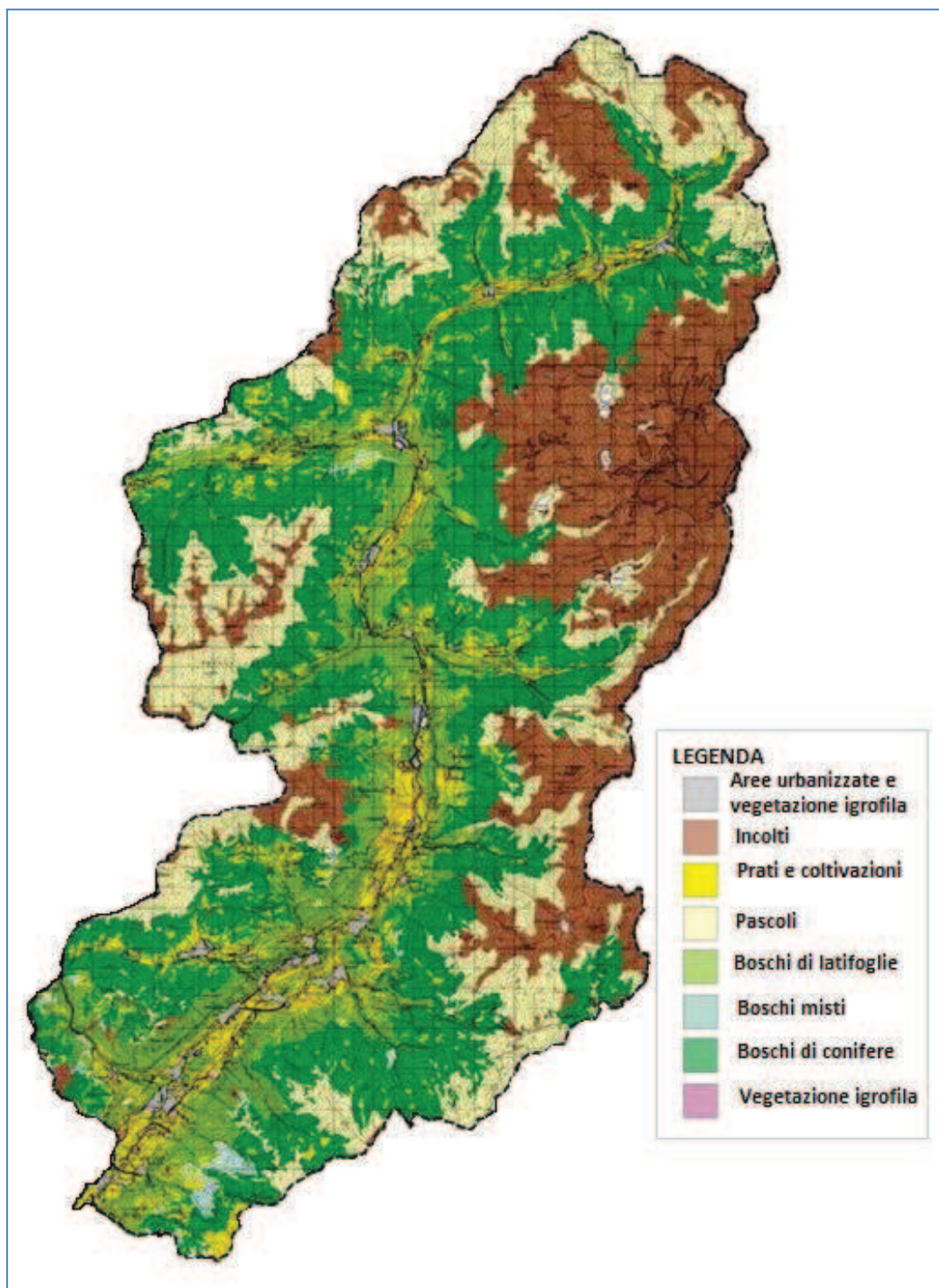


Figura 1. L'immagine è una riproduzione della Carta dell'Uso del suolo della Valle Camonica, realizzata dallo Studio associato di consulenza forestale ed ambientale dei dott. for. Lucia Mondini e Mauro Benigni.

Formazione forestale	Sup. (ha)	%
Pecceta montana	18.242,1	32,35
Pecceta subalpina	5.847,1	10,37
Lariceto montano	2.029,5	3,60
Lariceto subalpino	9.406,2	16,68
Pineta a pino silvestre	289,2	0,51
Abieteto	66,2	0,12
Abieto faggeto	421,5	0,75
Piceo faggeto	1.507,9	2,67
Faggeta	146,5	0,26
Castagneto	3.985,3	7,07
Orno ostrieto	3.951,2	7,01
Queco betuleto	1.793,2	3,18
Quercio castagneto	1.269,2	2,25
Acerò tiglieto	171,5	0,30
Acerò e corilo frassineto	3.409,6	6,05
Robinetto	98,8	0,18
Bosco igrofilo	385,2	0,68
ConSORZI rupicoli	3.198,4	5,67
Betuleto	176,6	0,31

Tabella 1. Superficie boscata per formazione forestale in Valle Camonica. Le formazioni forestali sono delle categorie sistematiche nelle quali sono riuniti i singoli raggruppamenti ecologici delle particelle forestali. Fonte dati: Comunità Montana di Valle Camonica.

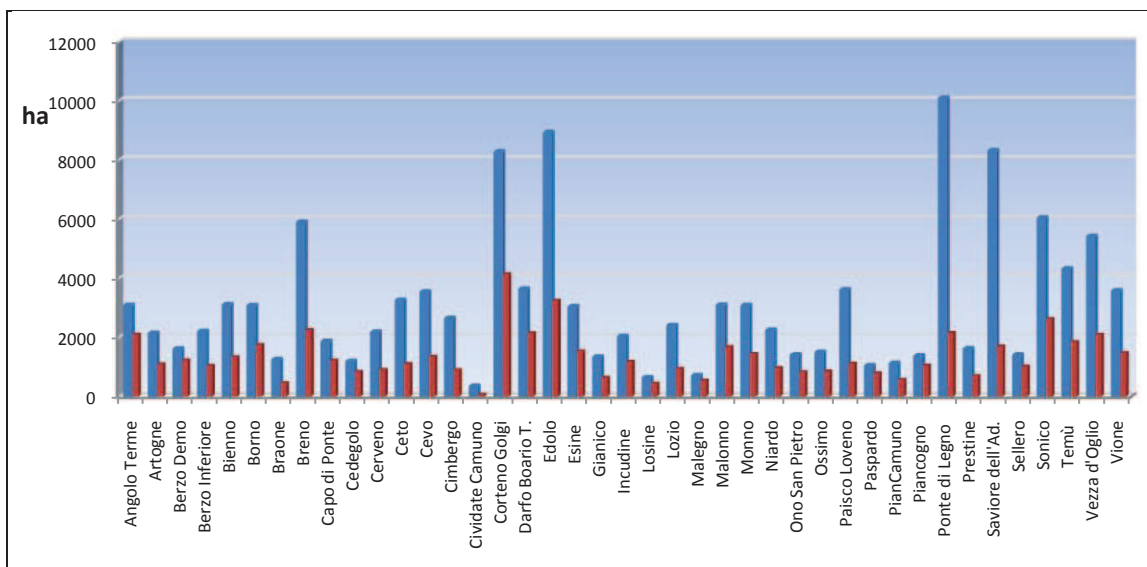


Grafico 1. Confronto tra la superficie comunale (Fonte: ISTAT 1996), colore blu, e la superficie forestale lorda, colore rosso.

1.3 Composizione della proprietà

La superficie forestale in Valle Camonica è composta per il 70% da proprietà pubblica, di cui il 66% è comunale e il 4% è demaniale. La proprietà forestale privata è composta per 1,4% da superficie assestata (che si riferisce ad associazioni di antichi originari), e da superficie non assestata 28%, che riunisce i piccoli proprietari di boschi (tabella 2).



Foto 1. Antica sede della Comunità Agraria Frazionisti di Mazzunno.

	ha	%
PROPRIETA' PUBBLICA ASSESTATA		
Boschi Comunali	38.937,00	66,14
Bosco demaniale Regione Lombardia	2.383,00	4,05
PROPRIETA' PRIVATA ASSESTATA		
Comunità Agraria Frazionisti di Mazzunno	350,74	0,60
Antichi Originari di Prestine	267,82	0,45
Società Agraria di Astrio	101,83	0,17
Società Terrieri di Pescarzo	95,83	0,16
Totale sup. assestata	42.136,22	71,58
PROPRIETA' PRIVATA NON ASSESTATA		
Totale sup. non assestata	16.440,00	27,93
TOTALE SUPERFICIE BOSCATI	58.867,00	100,00
Superficie Valle Camonica e indice di boscosità	127.127	46,31

Tabella 2. Riparto della proprietà forestale. Fonte dati: Comunità Montana di Valle Camonica.

1.4 La produzione legnosa

Il glossario allegato alle Prescrizioni di Massima e di Polizia Forestale della Regione Lombardia (**Regolamento Regionale n. 1 del 23 febbraio 1993**) definisce la **provvigione** come *la massa di materiale legnoso costituita dal volume totale degli alberi in piedi in un determinato bosco.*

L'**incremento** è *la variazione di massa in un certo tempo* (Dispense corso di Assestamento Forestale, a.a. 2008/2009, docente, Professore Nicola La Porta).

Nei Piani di Assestamento Forestale redatti in Lombardia, il volume del soprassuolo di una particella forestale viene calcolato attraverso il metodo analitico indiretto dei sistemi di tariffe in uso nel Trentino Alto Adige. I sistemi di tariffe sono delle semplici

tavole di cubatura ad una entrata in cui il volume di un singolo albero viene espresso solo in funzione del suo diametro; la scelta della tariffa (per esempio III, IV, V, VI, VII), si fa sulla base della fertilità stazionale.

La **ripresa** è la *quantità di massa legnosa da prelevare nel contesto di un Piano di Assestamento* (Dispense corso di Assestamento Forestale, a.a. 2009/2010, docente Professore Gianfranco Gregorini).



Foto 2. Bosco misto di abete rosso e abete bianco in località Fontaneto, Comune di Prestine (BS).

Le fustaie prelevate sono destinate per il 42% (5.000 m³) a lotti commerciali, mentre il restante 58%, pari a 7.000 m³, sono tagli legati ad usi civici. Resta disponibile in bosco, per ulteriori utilizzazioni, legname pari a 22.000 m³/anno.

Totale boschi in Valle Camonica			
Superficie		Ripresa fustaie	
Lorda totale (ha)	58.867,00	Prevista (m ³ /anno)	34.000
		Effettuata (m ³ /anno)	12.000
Provvigione		Incremento	
Totale (m ³)	6.200.000	Totale (m ³ /anno)	120.000
		Percentuale	1,9

Tabella 3. Risorsa forestale in Valle Camonica. Fonte dati: Comunità Montana di Valle Camonica.

I boschi della valle hanno una provvigione totale superiore ai 6 milioni di m³, con incrementi abbastanza contenuti, attorno al 2% della provvigione. Il generale invecchiamento dei soprassuoli e la scarsa fertilità stazionale, sono tra le principali cause di questa lenta crescita.

1.5 La viabilità agro-silvo-pastorale

(Fonte dati: Piano della viabilità agro-silvo-pastorale - Comunità Montana di Valle Camonica e Parco dell'Adamello - aggiornamento 2009.)

L'articolo 59 della **Legge Regionale 31/2008** definisce le strade agro-silvo-pastorali: *«infrastrutture finalizzate a un utilizzo prevalente di tipo agro-silvo-pastorale non adibite al pubblico transito. Il transito è disciplinato da un regolamento comunale, approvato sulla base di criteri stabiliti dalla Giunta regionale».*

In ambito forestale le infrastrutture stradali sono di fondamentale importanza per la corretta gestione del patrimonio agro-silvo-pastorale. Le aree boscate non supportate da un'adeguata rete viaria sono:

- ✓ facilmente soggette a fenomeni di abbandono con inevitabili conseguenze economiche e paesaggistiche;
- ✓ difficilmente raggiungibili e quindi più vulnerabili in caso di incendio.

La **Direttiva relativa alla viabilità locale di servizio all'attività agro-silvo-pastorale** approvata dalla Giunta regionale lombarda (d.g.r. VII/14016 del 8 agosto 2003), ha fornito ai Comuni, alle Comunità Montane, ed alle Amministrazioni Provinciali, le linee di indirizzo in materia di viabilità agro-silvo-pastorale.

Sulla base delle indicazioni fornite dalla direttiva, la Comunità Montana di Valle Camonica - Servizio Bonifica Montana - ha realizzato nel 2005 e nel periodo 2007-09, rispettivamente il primo (**Censimento**) e il secondo livello d'analisi (**Catasto**), del sistema viabile della Valle Camonica.

Riprendendo le simbologie indicate dalla direttiva e utilizzando il GIS (Geografic Information System) per la digitalizzazione di tutte le strade a servizio delle proprietà agro-silvo-pastorali dei comuni della Valle Camonica, la rete viaria è stata ripartita secondo le seguenti classi di transitabilità:

- ✓ I° Categoria. Strada transitabile da autocarri privi di rimorchio con peso complessivo inferiore a 250 q.li.
- ✓ II° Categoria. Strada transitabile da trattori con rimorchio ed autocarri leggeri con peso complessivo inferiore a 200 q.li.
- ✓ III° Categoria. Strada transitabile da automezzi leggeri con peso complessivo inferiore a 100 q.li.
- ✓ IV° Categoria. Strada transitabile da mezzi leggeri con peso complessivo inferiore a 50 q.li

Il Censimento è un'indagine preliminare del sistema viabile della Valle Camonica: individua la consistenza complessiva della rete di servizio agro-silvo-pastorale di proprietà pubblica che risulta essere pari a 1.597,13 km.

Il Catasto propone un aggiornamento al 2009 della viabilità agro-silvo-pastorale della Valle Camonica: ha riguardato esclusivamente le strade che i Comuni hanno inserito nel proprio "**Regolamento di chiusura al transito**" e di gestione della viabilità, in attuazione del IV° comma, art. 10 della Legge Regionale n° 10 del 29 giugno 1998.

I dati forniti dal Catasto evidenziano come l'estensione della rete viaria agro-silvo-pastorale sia pari a 1.104,7 km.

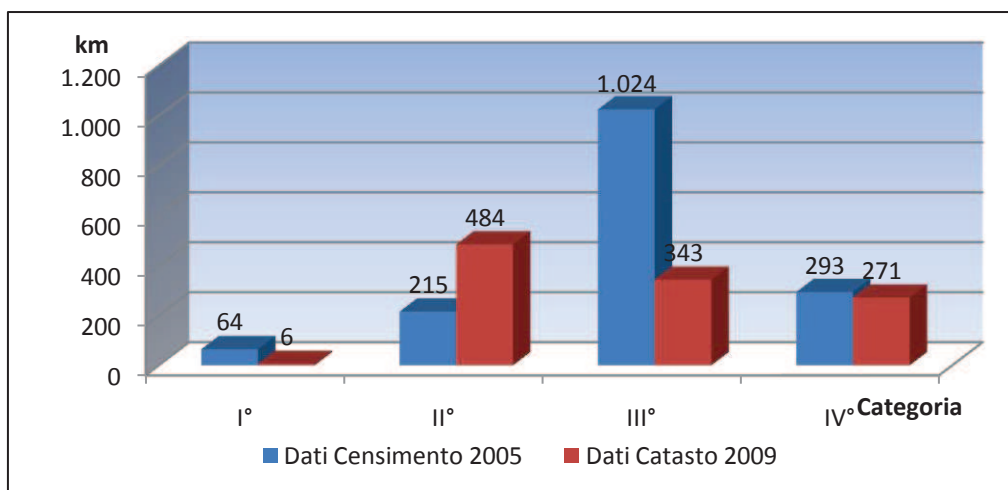


Grafico 2. Confronto dati del Censimento 2005 (blu), con i dati del Catasto 2009 (rosso), concernenti l'estensione della rete viaria di servizio agro-silvo-pastorale.

La rete viaria di servizio agro-silvo-pastorale di proprietà pubblica costituisce uno dei fattori limitanti lo sviluppo e la valorizzazione della risorsa forestale camuna:

- ✓ solo il 45% dei boschi della Valle Camonica è facilmente accessibile, mentre il 33% ed il 21% sono poco o non accessibili;
- ✓ la viabilità esistente presenta dei limiti a causa della scarsa manutenzione, fondo dissestato, elevate pendenze longitudinali, tornanti stretti e sezioni limitate.

Nel Piano V.A.S.P. 2009, la Comunità Montana di Valle Camonica pone l'accento sull'importanza di adeguare la rete viabile alle moderne esigenze gestionali, come ad esempio la lotta contro gli incendi boschivi, limitare l'abbandono di aree boscate e pascoli, agevolare la fruibilità turistico-ricreativa delle aree montane.

A tal proposito appare opportuno:

- ✓ una continua opera di manutenzione ordinaria per garantire l'efficienza delle strutture e la sicurezza durante il transito (manutenzione del fondo e delle opere di regimazione delle acque di scorrimento superficiale, mantenimento delle scarpate);
- ✓ adeguare la rete viabile all'attuale transito motorizzato (stabilizzare il fondo, potenziare le strutture di sostegno e aumentare il raggio di curvatura e la larghezza della carreggiata);
- ✓ potenziare le infrastrutture esistenti attraverso la realizzazione di nuove strade.

2. I CONSORZI FORESTALI

2.1 La Comunità Montana di Valle Camonica

(Fonte: Comunità Montana di Valle Camonica)

La Comunità Montana di Valle Camonica è la più grande della Regione (circa il 12% della superficie montana lombarda), comprende 41 Comuni presenti sul territorio amministrativo della Valle Camonica e si estende su una superficie di oltre 127.000 ha. Il **D.P.R. n. 987 del 10 giugno 1955** dispone l'istituzione delle Comunità Montane o Consigli di Valle; in questa prima fase la costituzione delle comunità montane è volontaria e sottoposta all'adesione di tutti i Comuni compresi nel perimetro della zona montana.

Con la **Legge n. 1102 del 3 Dicembre 1971, "Nuove norme per lo sviluppo della montagna"**, il legislatore affronta le problematiche legate alla montagna e alla difesa del suolo: viene configurato l'ente comprensoriale di diritto pubblico denominato "Comunità Montana", con lo scopo di tutelare, valorizzare e favorire lo sviluppo delle zone montane.

Il Consiglio Regionale con la **delibera n. 1105 del 25 luglio 1974**, approva lo Statuto della Comunità Montana di Valle Camonica e dal 1983 per effetto della legge n. 79, viene designata quale ente gestore del Parco regionale dell'Adamello.

Il 16 aprile 2010, l'Assemblea comunitaria ha approvato il nuovo Statuto della Comunità Montana di Valle Camonica. Nello specifico l'art.3 definisce le finalità e competenze, tra cui:

- ✓ tutela, valorizzazione e sviluppo del paesaggio, del patrimonio storico, artistico e culturale delle zone montane;
- ✓ coordina e supporta l'attività amministrativa dei Comuni associati;
- ✓ fornire alla popolazione gli strumenti necessari a superare le situazioni di disagio che possono derivare dall'ambiente montano e impedire lo spopolamento del territorio;
- ✓ predisporre, attua, partecipa a programmi e iniziative finalizzate alla difesa del suolo e della natura, promuove la crescita culturale e sociale della popolazione.

Nello specifico il Servizio Foreste e Bonifica Montana della Comunità Montana di Valle Camonica si occupa della gestione del **Servizio Antincendi Boschivi** (programmi e iniziative per mantenere elevati i livelli di efficacia degli interventi), **monitoraggio e controllo fitosanitario, miglioramento della qualità dei tagli** (sopralluoghi congiunti, consulenze e contrassegnature), **progetti speciali** (bosco-legno –energia), gestione dei rapporti con i **Consorzi Forestali**. Dal 1992 al 2010 il Servizio Foreste e Bonifica Montana ha eseguito 188 interventi di miglioramento forestale relativi a diradamenti di fustaie, conversioni di boschi cedui in alto fusto, normalizzazioni strutturali, riqualificazione di castagneti da frutto.



Foto 1, squadra di difesa dagli incendi boschivi.

2.2 I Consorzi Forestali

La Comunità Montana si avvale nella gestione e valorizzazione del patrimonio forestale della presenza sul territorio camuno dei Consorzi Forestali. I Consorzi sono enti intercomunali ai quali è stata affidata mediante convenzione la gestione, in coerenza con gli indirizzi della pianificazione forestale, delle proprietà agro-silvo-pastorali comunali.

L'articolo 56 della Legge Regionale 5 dicembre 2008 n. 31 "Testo unico delle leggi in materia di agricoltura, foreste, pesca e sviluppo rurale", che ha sostituito l'art. 17 della l.r. 27/2004, stabilisce: «I consorzi forestali sono *costituiti volontariamente tra soggetti pubblici e privati proprietari dei terreni e altri soggetti della filiera bosco-legno, al fine di svolgere prevalentemente le attività di assistenza tecnica [...], le attività selvicolturali [...], nonché le attività di alpicoltura [...]. Tali attività sono svolte esclusivamente sui terreni conferiti*».

Sempre l'art. 56 della l.r. 31/2008 afferma:«*La Regione trasferisce alle provincie fondi per il finanziamento dei servizi ambientali erogati dai consorzi forestali riconosciuti con provvedimento regionale [...]*».

L'attività consortile nell'ambito dei servizi ambientali mira a sostenere le funzioni di presidio ambientale e manutenzione del territorio che altrimenti non sarebbero svolte da altri soggetti, a causa del diffuso abbandono delle attività agricole e forestali (**D.g.r. 9 novembre 2009 n.8/10474 "Definizione e determinazione dei servizi ambientali erogati dai Consorzi forestali, in applicazione dell'articolo 56 della l.r. 31/2008"**).

I servizi ambientali comprendono le attività di manutenzione e di ripristino delle funzioni ecologiche, protettive e ricreative, svolte dai Consorzi Forestali sui terreni agro-forestali loro affidati in gestione, nei seguenti ambiti:

- ✓ selvicoltura e gestione degli ambienti naturali (taglio di piante danneggiate, sfolli e diradamenti, spalcatore e potature con finalità di antincendio, conversione da ceduo a fustaia, rinnovazione artificiale in boschi danneggiati da calamità naturali, taglio e sradicamento di specie esotiche, impianto o semina di specie erbacee nemorali);
- ✓ miglioramento del suolo forestale e del deflusso idrico (interventi di manutenzione di opere di sistemazione idraulico forestale, svassi e pulizia dei corsi e specchi d'acqua esistenti, interventi su piccoli dissesti);
- ✓ lotta fitosanitaria in ambito forestale (prevenzione, eradicazione e trattamento di fitopatie e parassitologie, prevenzione di danni causati da animali);
- ✓ habitat naturali (conservazione della biodiversità, cure culturali a piante di notevole importanza paesaggistica o naturalistica);
- ✓ percorsi per la fruizione del paesaggio (manutenzione ordinaria di percorsi pedonali, ciclabili, equestri finalizzati alla fruizione del bosco, manutenzione di elementi caratteristici del paesaggio quali muretti a secco, mantenimento di «cannocchiali visivi» ossia punti panoramici);
- ✓ viabilità (manutenzione ordinaria della viabilità agro-silvo-pastorale compresa nel piano della VASP, a finalità antincendio o turistico-ricreativa, mantenimento della foresta ossia di miglioramento delle condizioni ambientali della foresta);
- ✓ attività di informazione (pubblicazione di opuscoli informativi didattici, creazione e mantenimento di siti internet, realizzazione, posa e mantenimento di bacheche segnaletiche in legno ricavato dai propri boschi a scopo illustrativo - didattico).

In Valle Camonica operano sei Consorzi Forestali: Due Parchi, Alta Valle Camonica, Valle Allione, Pizzo Badile, Pizzo Camino, Bassa Valle Camonica. I Consorzi Forestali operano nell'ambito del territorio di competenza secondo quanto previsto dai Piani di Assestamento in vigore, sia con attività di supporto alle funzioni esercitate dai singoli soci, sia attraverso la gestione e la valorizzazione delle risorse ambientali, come ad esempio:

- ✓ fornire assistenza tecnica ai Comuni soci che lo richiedano per l'espletamento degli usi civici;
- ✓ coltivare, raccogliere, lavorare e commercializzare i prodotti del bosco, del sottobosco e le piante officinali;
- ✓ ristrutturazione dei fabbricati rurali;
- ✓ monitoraggio e raccolta dati climatici;
- ✓ gestione del territorio a fini faunistici, nonché per l'esercizio dell'attività venatoria e della pesca sportiva;
- ✓ manutenzione e miglioramento del verde pubblico;
- ✓ valorizzazione ambientale mediante progettazione e realizzazione di aree attrezzate e percorsi naturalistici, strutture e impianti per l'agriturismo, lo sport e il tempo libero;

- ✓ formazione professionale di addetti forestali;
- ✓ confinazioni particellari;
- ✓ stesura e revisione dei Piani di Assestamento.

Tutti i Consorzi Forestali si avvalgono nella realizzazione dei progetti necessari all'esecuzione degli interventi e per le opportune autorizzazioni, di una propria struttura tecnica. Le attività dei consorzi sono sostenute prevalentemente dai finanziamenti pubblici e dai Comuni consorziati.



Foto 2 e 3, utilizzazioni boschive.



Foto 4, cippo che segna confine tra Comune di Darfo (particelle forestali n.17) e privato, in zona Cervera. Il pallino indica il privato, Consorzio Forestale Bassa Valle Camonica. Foto 5, segheria storica di Paisco, ristrutturata dal Consorzio Forestale Valle Allione.



Foto 6, intervento di sistemazione idraulico forestale. Intervento di ingegneria naturalistica per il consolidamento dei versanti, foto 7, Consorzio Forestale Due Parchi.



Foto 8 e 9, interventi su piccoli dissesti e di manutenzione della viabilità agro-silvo-pastorale Consorzio Forestale Bassa Valle Camonica.



Foto 10, rinnovazione artificiale. Consorzio Forestale Valle Allione. Foto 11, monitoraggio e raccolta dati climatici, Consorzio Forestale Pizzo Camino.



Foto 12, manutenzione verde pubblico, Consorzio Forestale Pizzo Camino. Foto 13, attività didattica, Consorzio Forestale Valle Allione. Foto 14, miglioramento verde pubblico, Consorzio Forestale Pizzo Badile.

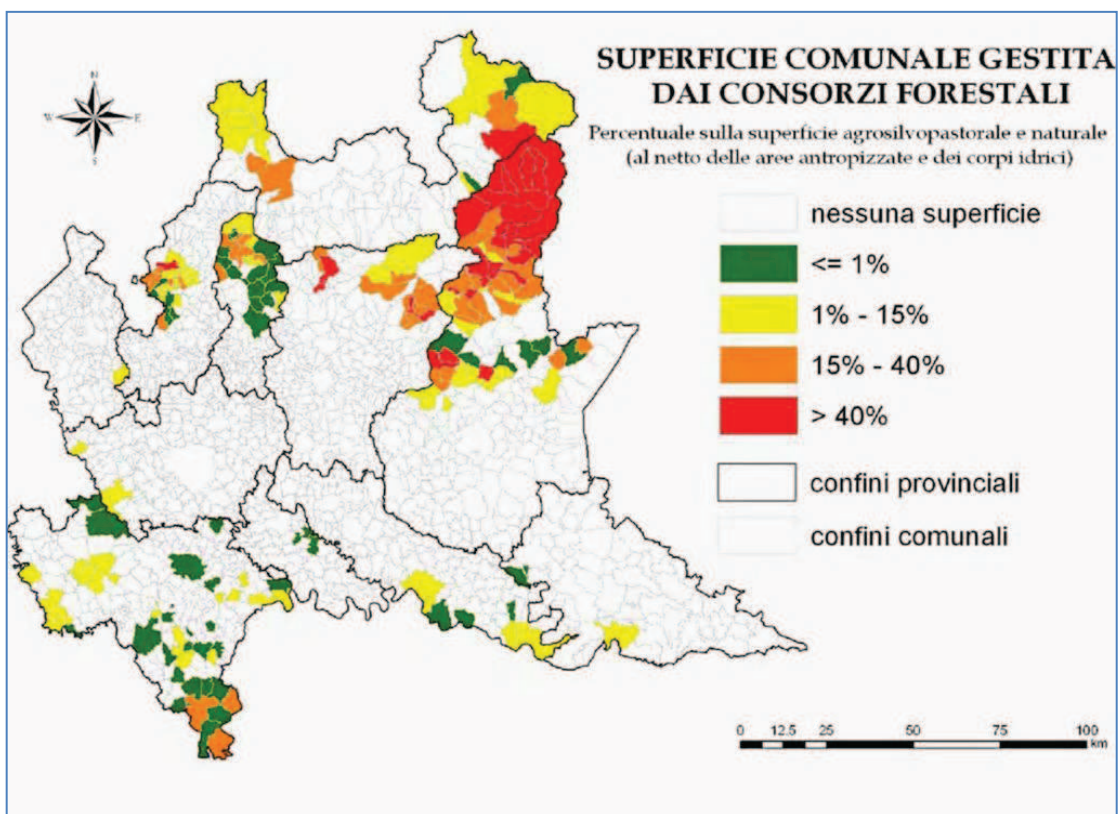


Figura 1, superficie gestita dai Consorzi Forestali. Fonte: fascicoli aziendali SIARL, 25 agosto 2011.



Figura 2. Distribuzione dei Consorzi Forestali operanti in Valle Camonica: Due Parchi (giallo), Alta Valle Camonica (verde), Valle Allione (blu), Pizzo Badile (rosso), Pizzo Camino (viola), Bassa Valle Camonica (grigio).

Circa un quarto del territorio lombardo (26%) è occupato da boschi, in particolare il 73% sono localizzati in montagna, il 13% in collina e il 14% in pianura. Il 33% della superficie a bosco appartiene a enti pubblici, la parte restante a privati: la prima è maggiormente diffusa nella Provincia di Sondrio (soprattutto Alta Valtellina) e in Valle Camonica, mentre la seconda prevale nelle provincie di Pavia, Varese e Como. In Lombardia sono presenti venticinque Consorzi Forestali che gestiscono 106.500 ha di superfici agro-silvo-pastorali e in particolare oltre il 10% dei boschi lombardi. (fonte: Boschi di Lombardia- Cierre edizioni).

In Valle Camonica i Consorzi Forestali gestiscono il 59% del territorio comunale e oltre il 66% delle superfici boscate (tabella 1). I Consorzi Forestali Pizzo Badile e Due Parchi, gestiscono rispettivamente il 93% e 86% dei boschi che ricadono nel territorio di loro competenza (grafico 2). L'organico dei Consorzi Forestali della Valle Camonica è composto da 129 dipendenti di cui poco meno del 15% è assunto con contratto di lavoro a tempo indeterminato; per quasi tutti i consorzi la stagione lavorativa ha inizio a marzo per poi terminare a ottobre-novembre (molto dipende dalla mole di lavoro e dalle condizioni meteorologiche).

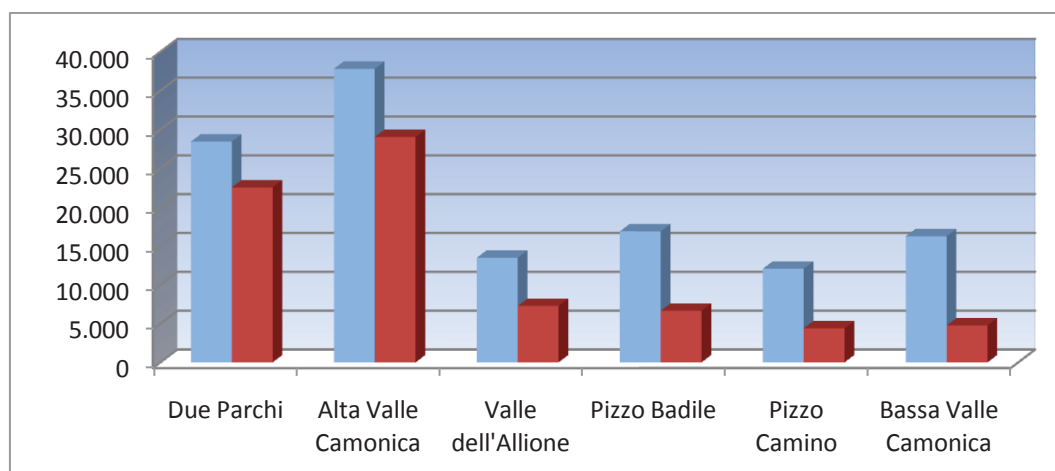


Grafico 1. Confronto tra la superficie comunale (dati ISTAT 1996) e la medesima gestita dai Consorzi Forestali (colore rosso).

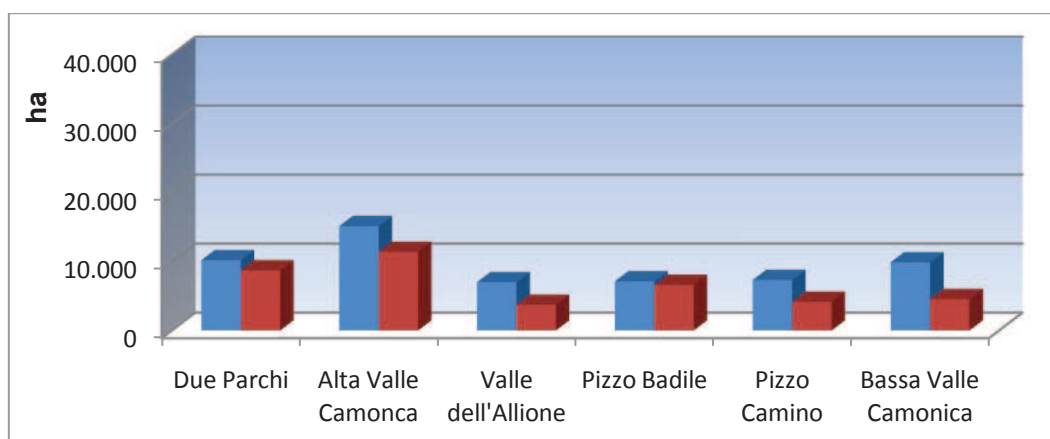


Grafico 2. Confronto tra superfici forestali. Con il colore blu sono rappresentate le superfici boscate lorde totali (boschi assestati, non assestati, quelli appartenenti al demanio della Regione Lombardia ossia Legnoli e Val Grigna e i boschi di proprietà di Enti quali la Società Agraria di Astrio, Società Terrieri di Pescarzo, Comunità Agraria Frazionisti di Mazzunno e gli Antichi Originari di Prestine). Con il colore rosso sono indicate le superfici forestali conferite in gestione ai Consorzi Forestali.

	Superficie		Superficie conferita ai Consorzi Forestali	
	Totale	Forestale	Totale	Forestale
Lombardia	2.386.100	660.000 ¹	106.550 ²	66.500
Valle Camonica	127.127	58.867	74.655	39.134,5

Tabella 1. Confronto delle superfici di Lombardia e Valle Camonica; i valori sono espressi in ettari. (1) Fonte : "Boschi di Lombardia" – Cierre edizioni; (2) Fonte: fascicoli aziendali SIARL , 25 agosto 2011.

Consorzi Forestali Valle Camonica	Superfici conferite in gestione			Riparto proprietà		
	Bosco	Prati e pascoli	Tare e incolti (sterili/produktiv)	Superficie		
				Pubblica	Privata	Totale
Due Parchi	8.705	5.346	8.489	22.540	0	22.540
Alta Valle Camonica	11.381	902	16.746	29.029	0	29.029
Valle dell'Allione	3.731	1.711	1.830	7.272	0	7.272
Pizzo Badile	6.603		53	6.656	0	6.656
Pizzo Camino ¹	4.165	120	110	4.395	0	4.395
Bassa Valle Camonica	4.549	149	65	4.728	35 ²	4.763
Totale	39.134	8.227	27.293	74.620	35	74.655

Tabella 2. Ettari di superficie silvo-pastorale gestita dai Consorzi Forestali operanti in Valle Camonica; dati febbraio 2012. (1) Dato estratto dai fascicoli aziendali SIARL in data 25 agosto 2011. (2) Superficie silvo-pastorale conferita in gestione al Consorzio Forestale per un periodo di tempo limitato e finalizzato all'esecuzione da parte del consorzio, di interventi di bonifica di un'area incendiata.

2.3 La filiera bosco-legno

(Fonte: Comunità Montana di Valle Camonica)

(Fonte: www.regione.lombardia.it)

2.3.1 Le imprese di utilizzazione boschiva

L'articolo 57 della l.r. 31/2008 prevede l'istituzione dell'Albo Regionale delle imprese boschive, nel quale vengono iscritte le imprese con idonee capacità tecnico-professionali nell'esecuzione delle attività selvicolturali e gli interventi di manutenzione delle superfici pascolive.

Nel 2012 sono iscritte all'Albo Regionale 220 ditte boschive che danno lavoro a più di cinquecento addetti; per le caratteristiche proprie del lavoro "allo scoperto", le ditte non sono in grado di fornire agli addetti lavoro continuativo per tutto l'anno. In Valle Camonica sono 26 le imprese di utilizzazione boschiva iscritte all'Albo di cui 3 sono Consorzi Forestali (Pizzo Camino, Pizzo Badile, Valle Allione). Gli addetti alle ditte boschive, esclusi i Consorzi Forestali, sono circa 50.

2.3.2 Le imprese di prima lavorazione (segherie)

In Valle Camonica sono presenti 17 imprese di prima lavorazione (escluse le industrie di legno lamellare), che danno lavoro a circa 90 dipendenti. Il legname lavorato (circa

40.000 m³/anno) è quasi esclusivamente quello di conifera (abete rosso, abete bianco, larice), la cui provenienza è principalmente nazionale o estera (87,5%), minore è il legname di provenienza locale (5.000 m³/anno, pari al 12,5%). Il legname viene prevalentemente impiegato nella realizzazione di imballaggi, 66% (soprattutto palletts), travature (23%) e tavolame (10%).

2.3.3 Il prezzo di macchiatico

Il prezzo di macchiatico corrisponde al valore per m³ attribuito alle piante prima di essere tagliate. E' un valore che si ricava detraendo dal valore dagli assortimenti legnosi ottenibili, le spese di taglio, allestimento, esbosco e trasporto del materiale all'importo, comprese le spese per direzione e sorveglianza, anticipazioni, interessi, noleggi e quote eventuali di ammortamento per l'attrezzatura necessaria ad eseguire le operazioni illustrate. In Valle Camonica il prezzo medio di macchiatico è di circa 20-25 €/m³ (dati novembre 2011). Prezzi più elevati si verificano per i lotti venduti dal Comune di Borno, dove è migliore la qualità del legname e maggiore è la concorrenza tra le ditte locali. Dal confronto del prezzo medio di macchiatico con il medesimo di alcuni anni fa, che corrispondeva a 70.000 £/m³ (36 €/m³), si può notare come vi sia stata una diminuzione del valore attribuito al legname in piedi nel bosco. Le cause sono molteplici, ma sinteticamente si possono ricondurre a:

- ✓ costi di utilizzazione elevati, 45-60 €/m³ (in funzione della difficoltà di accesso alla zona di prelievo);
- ✓ modesti valori degli assortimenti legnosi. Il prezzo medio per il legname da imballaggio (palletts) è di 50-55 €/m³, mentre in segheria per gli assortimenti di qualità (lunghezza ≥ 4 m e diametro > 23 cm) il prezzo varia tra i 65-85 €/m³. Le centrali di teleriscaldamento che operano in Valle Camonica acquistano cippato, legname commerciale prodotto finito, a un prezzo che oscilla tra i 18-25 €/m³_{cippato} (50-70 €/t). Il costo per la cippatura del legname è di circa 8-12 €/t.

2.3.4 Problemi e possibili soluzioni

I principali problemi che si riscontrano e che tendono a deprimere la capacità concorrenziale dell'offerta locale sono:

- ✓ scarsa accessibilità dei soprassuoli (solo il 45% delle superfici boscate in Valle Camonica sono facilmente accessibili);
- ✓ carenze della viabilità agro-silvo-pastorale (pessima manutenzione, elevate pendenze longitudinali, tornanti stretti, fondo dissestato e sezioni limitate);
- ✓ caratteristiche tecnologiche del legno scadenti (marciumi e carie, nodosità, ampiezza irregolare degli anelli di accrescimento, rastrematura eccessiva, insufficienti dimensioni ispo-diametriche);

- ✓ diffuso frazionamento delle superfici forestali (sia pubbliche che private), riduce l'efficacia degli indirizzi (tecnici e amministrativi) di gestione forestale (per es. pianificazione dei tagli);
- ✓ scarsa continuità dell'offerta (difficoltà nel mantenere un adeguato e costante livello di forniture sia in termini qualitativi che quantitativi e nel selezionare lotti di legname di qualità adeguate e rispondenti alle sempre più specializzate richieste di settore);
- ✓ forte concorrenza in termini di prezzi dei prodotti esteri.

Per i motivi sopraelencati la dipendenza dal mercato extra camuno ed estero, tenderà in futuro ad aumentare sempre di più.

L'assenza di una valorizzazione commerciale delle risorse forestali riduce l'interesse dei proprietari pubblici e privati ad eseguire le utilizzazioni, determinando diffusi fenomeni di abbandono delle superfici boschive. In questo contesto, al fine di favorire lo sviluppo della filiera locale, appare opportuno:

- ✓ sostenere l'azione svolta dai Consorzi Forestali quali enti capaci di associare proprietari pubblici, privati ed imprese di settore con l'obiettivo comune di rilanciare e razionalizzare le attività agro-silvo-pastorali;
- ✓ la certificazione del Sistema di Gestione Ambientale e dei prodotti derivati dalle attività di gestione dei Consorzi Forestali;
- ✓ incentivare lo sviluppo sostenibile della rete viaria a servizio del patrimonio silvo-pastorale camuno, in modo da migliorare l'accessibilità al bosco e ridurre i costi di utilizzazione;
- ✓ incentivare la creazione di un mercato locale (borsa del legno), per consentire l'incontro tra domanda ed offerta e per valorizzare al meglio il prodotto locale (assortimento più congruo alle esigenze del mercato, coinvolgimento di un maggior numero di ditte, realizzazione di vere e proprie aste per uscire da logiche di monopolio);
- ✓ la certificazione delle foreste.

Per migliorare la gestione del patrimonio forestale, l'art.45 del Regolamento Regionale n. 5/2007 prevede che i Comuni, proprietari di boschi nonché gestori dei Piani di Assestamento Forestale (PAF), debbano accantonare il 30% degli utili derivanti dai tagli di utilizzazione dei boschi per opere di miglioria dei boschi (sistemazione viabilità agro-silvo-pastorale, cure colturali ai boschi, opere di ingegneria naturalistica o tagli di piante bostricate).

L'interesse per la filiera bosco-legno-energia viene ribadito dal Programma di Sviluppo Rurale PSR 2007-2013 (Reg. CE 1698/2005). Attraverso il Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013 sono state attivate, all'interno di quattro Assi di intervento (Competitività, Migliorare l'ambiente e lo spazio rurale, Qualità della vita e diversificazione, Attuazione dell'approccio Leader), diverse Misure a sostegno del settore agricolo e forestale lombardo nel medio e lungo termine.

Alcune Misure di interesse per la filiera bosco-legno-energia sono:

- ✓ Misura 311 "Diversificazione verso attività non agricole" (finanzia interventi volti alla produzione di energia da fonti rinnovabili);
- ✓ Misura 125 B "Infrastrutture di accesso ai terreni agricoli e forestali, approvvigionamento energetico ed idrico" aiuta lo sviluppo e l'adeguamento delle infrastrutture di accesso (strade agro-silvo-pastorali), degli acquedotti e degli elettrodotti per migliorare la competitività delle aziende che operano in montagna;
- ✓ Misura 221 "Imboschimento dei terreni agricoli";
- ✓ Misura 223 "Imboschimento delle superfici non agricole".

2.4 Patto della "filiera bosco-legno-energia"

(Fonte: www.regione.lombardia.it)

In Lombardia, nonostante la presenza di un'estesa superficie forestale (con buona dote provvigionale) e numerosi utilizzatori della risorsa legnosa, si riscontra un utilizzo limitato delle risorse forestali locali (20% dell'accrescimento annuo).

Il 13 dicembre 2010, alla presenza della Direzione Generale Sistemi Verdi e Paesaggio della Regione Lombardia, gli operatori economici e gli enti istituzionali del settore, hanno sottoscritto il Patto della filiera bosco-legno-energia. Il patto è uno strumento che mira a sviluppare l'utilizzo e la gestione delle foreste.

In dettaglio gli obiettivi sono:

- ✓ aumentare la quota di uso e trasformazione di legname di provenienza locale;
- ✓ sviluppare la conoscenza reciproca del settore e del mercato;
- ✓ superare le inefficienze del sistema;
- ✓ stabilire una strategia comune con obiettivi condivisi da raggiungere in tempi definiti mediante un coordinamento praticabile e continuativo;
- ✓ individuare linee di lavoro prioritarie quali la ricerca ed innovazione, semplificazione, miglioramento soprassuoli forestali, informazione e formazione professionale agli addetti, divulgazione e promozione al pubblico.

3. IL PROGETTO BIOMASSE

3.1 *Delibera del Consiglio Direttivo*

La Comunità Montana di Valle Camonica con la delibera n. 55 del 28 marzo 2007, ha approvato il progetto di *“Miglioramento strutturale dei soprassuoli della Valle Camonica finalizzato al potenziamento della filiera bosco-legno-energia”*, finanziato dalla Regione Lombardia con la d.g.r. n. 8/3500 del 05.12.2006.

Il progetto predisposto dal Servizio Bonifica Montana della Comunità Montana è consistito nel taglio di nove lotti legnosi e nella vendita della biomassa a centrali e segherie della Valle Camonica.

La gestione tecnica dei lotti boschivi è stata assegnata ai Consorzi Forestali, che si sono occupati inoltre del riutilizzo dei proventi della vendita del legname.

Il progetto ha coinvolto:

- ✓ **Provincia di Brescia**, cui è spettato il coordinamento generale del progetto;
- ✓ **Comunità Montana / Parco dell’Adamello**, ha beneficiato del contributo e si è occupata della gestione tecnica e amministrativa del progetto (approvando i singoli progetti di taglio, verificando la regolare esecuzione delle gare di appalto e la corretta attuazione del progetto);
- ✓ **Comuni**, gratuitamente hanno messo a disposizione il loro patrimonio forestale;
- ✓ **Consorzi Forestali**. Le Amministrazioni Comunali coinvolte nel progetto hanno conferito in gestione ai Consorzi Forestali le proprie foreste. I consorzi, conformemente ai Capitolati d’appalto, hanno progettato e contrassegnato i lotti boschivi, provveduto alla quantificazione della massa legnosa e alla selezione dei tronchi in 2 catasti da destinare alle centrali a biomassa e segherie della Valle Camonica. Inoltre, con i fondi derivanti dagli introiti della vendita del materiale legnoso e delle economie per il ribasso, i consorzi hanno progettato, diretto ed eseguito interventi di miglioramento forestale;
- ✓ **centrali a biomassa per il teleriscaldamento** di Sellero e Temù - Ponte di Legno, si sono impegnate ad acquistare il materiale legnoso liquidandolo alla Comunità Montana 50 €/t.

Il progetto è stato realizzato nell’arco del biennio 2007-2008.

Per il finanziamento del progetto la Regione Lombardia e la Provincia di Brescia (ex L.102/90, azione Speciale Riforestazione), hanno messo a disposizione € 600.000. La Provincia di Brescia si è occupata della gestione amministrativa dei fondi, mentre la Comunità Montana di Valle Camonica ha agito da beneficiario del contributo e soggetto attuatore del progetto.

3.1.1 Le finalità del progetto

Le finalità e i benefici che si volevano raggiungere erano i seguenti:

- ✓ migliorare la struttura dei soprassuoli forestali della Valle Camonica, in relazione anche agli aspetti di carattere idrogeologico, fitosanitario ed antincendio, perseguendo le cosiddette esternalità (funzioni del bosco che non sono traducibili in moneta e che tornano a vantaggio dell'intera collettività);
- ✓ consolidare la filiera bosco-legno-energia. Le ditte boschive hanno beneficiato di una notevole mole di lavoro e sono state stimolate a migliorare sotto il profilo professionale ed organizzativo;
- ✓ integrare nella filiera bosco-legno-energia camuna le centrali di teleriscaldamento presenti nel territorio, aumentando la quota di approvvigionamento locale di biomassa. Promuovere la nascita di nuovi impianti a biomassa;
- ✓ irrobustire la filiera bosco-legno mediante l'aumento, da parte delle segherie, della quota locale di tondame;
- ✓ valorizzare i Consorzi Forestali attraverso l'esecuzione degli interventi di miglioramento forestale;
- ✓ migliorare la conoscenza da parte dei comuni proprietari, delle funzioni e dell'importanza del proprio demanio forestale.

Questo progetto dovrebbe costituire l'esempio e il punto di partenza per analoghe esperienze sia in ambito regionale che nazionale.

3.1.2 I lotti legnosi

La Comunità Montana di Valle Camonica di concerto con il Parco dell'Adamello ed i Consorzi Forestali, avvalendosi dei dati aggiornati di ripresa derivanti dai Piani di Assestamento dei beni silvo-pastorali comunali, hanno individuato nei seguenti comuni i lotti ritenuti più idonei al raggiungimento degli obiettivi prestabiliti. Dalla selezione sono stati esclusi i boschi di protezione, quelli di particolare pregio ambientale e turistico - ricreativo e i cedui.

Comune	Consorzio Forestale	Particella forestale	Ditta boschiva
Artogne	Bassa Valle Camonica	7-8	Treachi Natale
Cividate Camuno	Bassa Valle Camonica	4	Treachi Natale
Angolo Terme	Pizzo Camino	4-5-6	M.P.M. Snc
Braone	Pizzo Badile	1-6-9-10-11-15-17	M.P.M. Snc
Niardo	Pizzo Badile	24-25-26-27-28	Treachi Natale
Malonno Paisco L.	Valle Allione	56-40-47	Pianta Giovanni
Edolo	Alta Valle Camonica	94-96	Neve & Verde
Corteno Golgi	Alta Valle Camonica	91-98	Neve & Verde
Incudine	Due Parchi	1-17-18	Ceri Piernicola

Tabella 1. In tabella sono riportate le particelle forestali costituenti i singoli lotti, i Consorzi Forestali sotto la cui direzione si sono svolti i lavori e le ditte forestali che hanno eseguito i lavori.

3.1.3 Miglioramenti forestali e criteri di assegnazione al taglio

I miglioramenti forestali sono interventi che riguardano generalmente soprassuoli produttivi governati a fustaia, allo stadio evolutivo di forteto, spessina, perticaia e giovane fustaia. Gli interventi sono finalizzati essenzialmente a ottenere dei boschi che a maturità assicurino una buona resa, con piante di buona qualità. Nel dettaglio gli interventi possono essere raggruppati nelle seguenti tipologie:

- ✓ cure colturali al novellame spontaneo (rinnovazione naturale) al fine di assicurarne l'insediamento definitivo;
- ✓ rimboschimenti e rinfoltimenti in superfici nude precedentemente boscate ovvero in popolamenti a bassa densità;
- ✓ sfolli nella spessina (rinnovazione affermata e altezza degli alberi da 3 a 10 m);
- ✓ diradamenti e diradamenti tardivi rispettivamente nella perticaia (altezza degli alberi da 10 a 18 m) e nella fustaia (alberi oltre i 18 m).

Nel progetto in oggetto i miglioramenti forestali hanno avuto un indirizzo prevalente di riordino colturale, ed hanno interessato soprassuoli maturi, caratterizzati da un elevato grado di densità, generalmente peccete secondarie montane invecchiate.



Figura 1. L'immagine mostra la distribuzione indicativa dei nove lotti boschivi.

L'assegnazione al taglio è stata eseguita dai tecnici dei Consorzi Forestali in collaborazione con i tecnici del Parco dell'Adamello (per i lotti le cui superfici rientrano nell'area protetta del Parco Naturale) e da liberi professionisti, nel pieno rispetto delle disposizioni previste dai Piani di Assestamento Forestale in vigore.

I progettisti hanno evidenziato gli alberi da abbattere apponendo, mediante utilizzo di Martello forestale autorizzato, il contrassegno sia in prossimità del colletto che ad un'altezza di 1,30 m dal suolo, individuando come soglia di cavallettamento la classe 0 (piante con diametro superiore a 12,5 cm).

L'assegnazione al taglio è stata condotta adottando criteri selvicolturali in grado di valorizzare le potenzialità della stazione sia in termini di produzione di legname, sia in termini di incremento della stabilità ecologica dell'ecosistema e non ha comportato prelievi superiori alla ripresa assestamentale prevista.

I lotti legnosi si differenziano tra loro per le seguenti tipologie d'intervento:

- ✓ diradamento basso con finalità di riordino colturale (Lotto Braone);
- ✓ diradamento misto finalizzato al graduale miglioramento delle condizioni fisionomico – strutturali del popolamento (Lotto Edolo, Corteno Golgi , Incudine);
- ✓ diradamento medio e alto affinché sia agevolata una migliore evoluzione del soprassuolo verso forme più stabili e favorito un miglior sviluppo dei soggetti rilasciati (Lotto Edolo, Civate Camuno);
- ✓ taglio di sgombero volto a favorire l'affermarsi della rinnovazione naturale (Lotto Malonno, Artogne, Incudine);
- ✓ taglio saltuario (a gruppi e "per pedali"), volto a favorire la diversificazione strutturale e la rinnovazione presente (Lotto Artogne e Civate);
- ✓ taglio selettivo per pedali dei soggetti bostricati e/o deperenti (Lotto Artogne, Braone, Malonno);
- ✓ taglio selettivo per pedali dei soggetti che manifestano segni di instabilità meccanica (Lotto Braone, Malonno);
- ✓ sgombero dalle piante schiantate dalla tromba d'aria e da quelle morte in conseguenza delle infestazioni fitosanitarie ad opera del bostrico tipografo (Lotto Angolo Terme).

Le piante sono state selezionate in modo tale da prevedere una miscelanza d'assortimenti costituita dal 60% di materiale da biomassa e 40% di tondame da segheria. Nell'esecuzione della martellata i tecnici forestali hanno tenuto conto inoltre, delle esigenze specifiche di alcune particelle (ad es. interrimento linee alta tensione) e delle difficoltà di esbosco, cercando di concentrare le masse legnose assegnate al taglio all'interno di zone circoscritte, al fine di rendere più agevole l'intervento delle ditte boschive.

Gli alberi autorizzati al taglio sono stati 9.593: per la maggior parte sono costituiti da piante di abete rosso 86,5% e in minima parte, pari all'8,1% , 3,6% e 1,8%, da piante di abete bianco, larice e latifoglie varie, di cui soprattutto faggio. I dati menzionati non

sono comprensivi degli assegni suppletivi, vale a dire degli alberi asportati in corso d'opera per agevolare le operazioni di esbosco.



Foto 1, in evidenza la situazione del soprassuolo prima delle operazioni di taglio. Lotto Edolo.
Foto 2, sullo sfondo la promettente rinnovazione naturale. Lotto Artogne.



Foto 3, distribuzione andante della ramaglia e del cimale ($D < 5$ cm) residui di lavorazione boschiva; sullo sfondo e al centro, rinnovazione di abete. Lotto Artogne.

Foto 4, le operazioni di esbosco sono state eseguite servendosi di strade o sentieri già esistenti e utilizzati in passato per lo stesso scopo. Lotto Niardo.



Foto 5, in dettaglio il cavo per l'esbosco aereo del materiale legnoso. Lotto Malonno-Paisco Loveno.
Foto 6, situazione soprassuolo pre-taglio. Lotto Corteno Golgi.

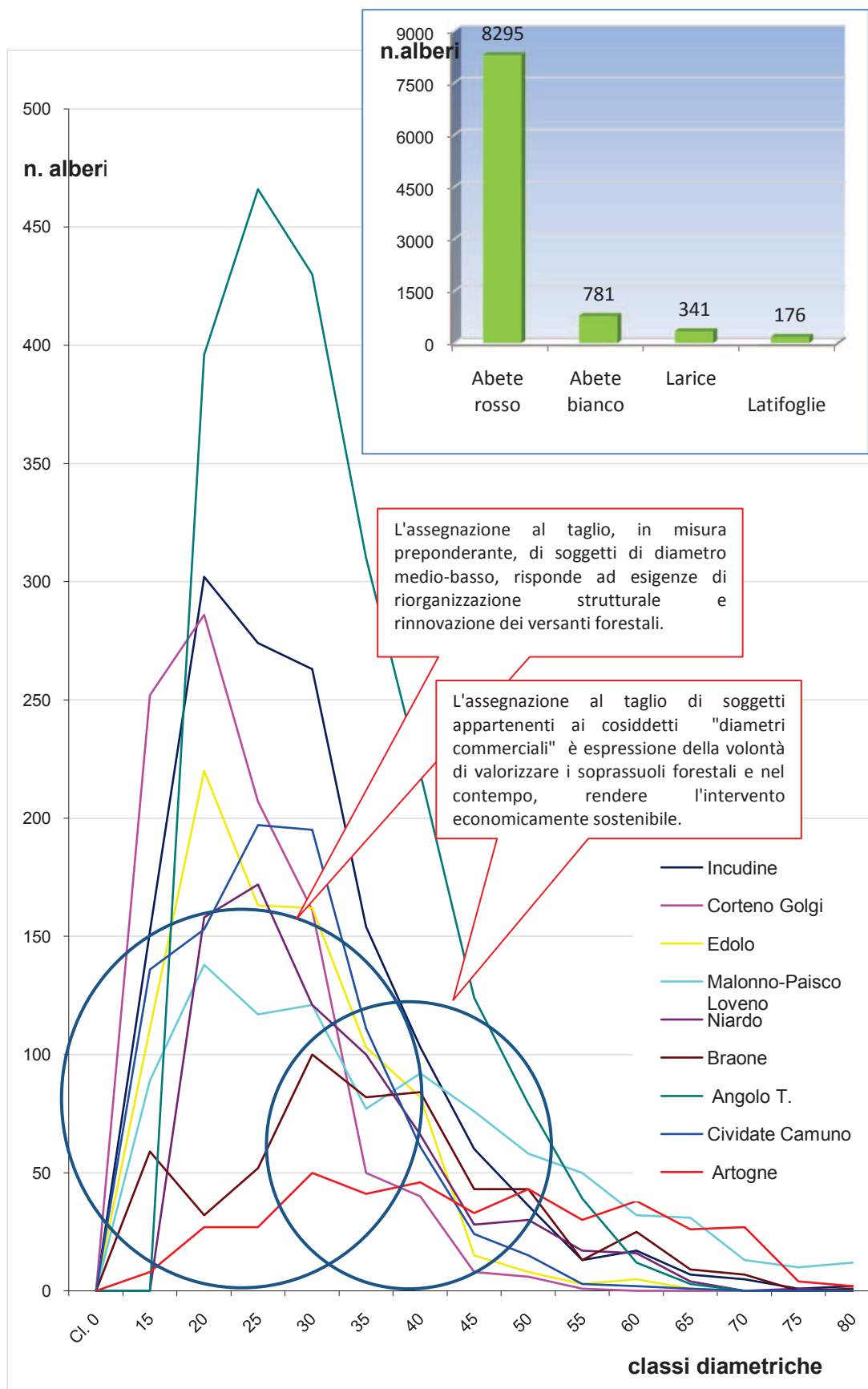


Grafico 1. Distribuzione diametrica di martellata dei nove lotti boschivi; nel dettaglio le specie legnose assegnate al taglio. Dati di progetto, assegni suppletivi esclusi.

Fonte: Comunità Montana di Valle Camonica e Parco dell'Adamello – I quaderni del parco n° 6 . Modelli di gestione forestale per il Parco dell'Adamello.

L'andamento delle curve degli alberi autorizzati al taglio evidenzia che:

- ✓ i progetti di Incudine, Corteno Golgi, Edolo, Niardo e Cividate Camuno sono stati realizzati con l'intento di perseguire prevalentemente logiche di carattere ambientale (riordino culturale) e gestionale, in quanto nel prelievo sono stati privilegiati i soggetti di diametro minore rispetto a quelli maggiori;
- ✓ i progetti di Artogne, Malonno Paisco-Loveno, Braone, hanno privilegiato nell'assegnazione al taglio i soggetti di maggior diametro, rafforzando la sostenibilità economica dell'intervento;
- ✓ il progetto di Angolo terme è un intervento ad esclusivo indirizzo idrogeologico (schianti) e fitosanitario (bostrico).

3.1.4 I quantitativi di massa legnosa

Il seguente prospetto evidenzia l'entità complessiva del prelievo effettuato, distinto in legname da opera e materiale da biomassa, da destinare rispettivamente alle segherie e alle centrali per il teleriscaldamento operanti in Valle Camonica. Al fine di garantire una maggior precisione e facilità di gestione a livello tecnico-amministrativo, tutti i dati sulla massa legnosa sono convertiti in tonnellate. Trattandosi prevalentemente di abete rosso, è stato stabilito in via cautelativa un fattore di conversione pari a $1\text{m}^3=0,8\text{t}$.

Legname		
MARTELLATO	m ³ cavallettati	7.393,8
	t. stimate	5.915
DA BIOMASSA	m ³ stimati	5.849
	t. pesate	4.679,2
DA OPERA	m ³ stimati	3.124
	t. pesate	2.499,6
TOTALE	m ³ stimati	8.973
	t. pesate	7.178,7

Tabella 2. Fonte: Comunità Montana di Valle Camonica. Dati estratti dalla check-list generale progetto Biomasse.



Foto 7, catasta di legname da opera. Lotto Niardo.

Sulla base dei progetti di taglio, la Comunità Montana di Valle Camonica prevedeva un prelievo di massa legnosa pari a 6.973,24 m³ equivalenti a 5.291,17 t. In corso d'opera, all'atto del tracciamento delle linee di esbosco, su indicazione delle ditte aggiudicatrici dei lotti, è stato assegnato un ulteriore quantitativo di metri cubi di legname pari a 420,54 m³. In totale quindi il legname martellato stimato è stato di 7.393,8 m³, pari a 5.915 t (i metri cubi sono stati calcolati sulla base delle tariffe del Trentino Alto Adige indicate nei Piani di Assestamento, in corso di validità).

La quantificazione finale della massa legnosa è stata eseguita presso le pese messe a disposizione dalla Società SO.SV.A.V. con sede a Ponte di Legno, e dalla Società Legno Energia di Sellero.

In fase progettuale è stato stabilito che il quantitativo di legname da opera non dovesse superare il 40% sul totale del materiale legnoso prelevato. Il dato è confermato dal prospetto finale, dal quale si evince che il 65,2% (4.679 t) è costituito da materiale legnoso destinato alle centrali a biomassa, mentre il restante 32,4%, pari a 2.500 t è tonname destinato alle segherie, per un totale complessivo di 7.179 t (grafico 3).

Il confronto tra i dati riferiti alla stima progettuale con quella effettiva (grafico 2), evidenzia una leggera sottostima del dato di partenza (tonnellate stimate del legname martellato). La causa di questa sottovalutazione è da ricondursi:

- ✓ alla massa volumica assegnata al legname in fase di progettazione (800 kg/m^3) inferiore a quella reale. Infatti, nella seconda fase del "Progetto biomasse" che si è conclusa nel 2011 e che ha coinvolto nuovi lotti boschivi della Valle Camonica, è stata assegnata convenzionalmente al legname in fase di progettazione una massa volumica pari a 1 t/m^3 ;
- ✓ alle tariffe di cubatura previste dai Piani di Assestamento leggermente sottostimate rispetto alla realtà.

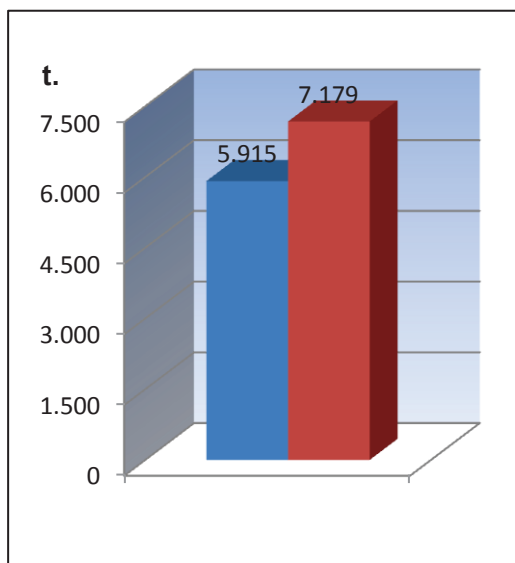


Grafico 2. Tonnellate di legname. Confronto tra il legname stimato in fase progettuale (colore blu), con quello effettivamente pesato al termine dei lavori (colore rosso).

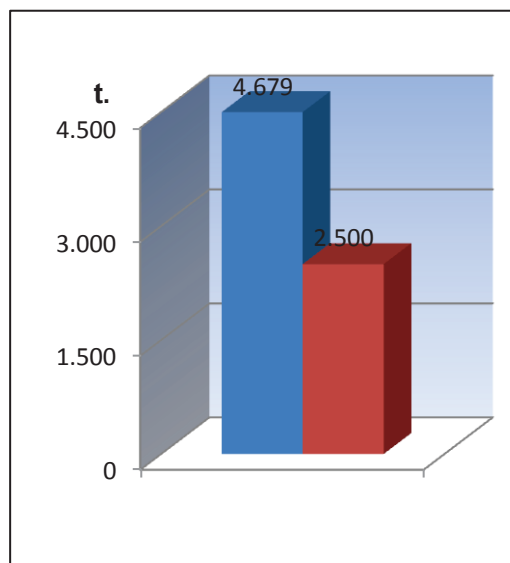


Grafico 3. Confronto tra il legname da opera (colore rosso), con il materiale da biomassa (blu). Il 65,2% del legname pesato è costituito da materiale legnoso con scadenti caratteristiche tecnologiche.

3.1.5 Procedure tecnico-finanziarie

Le ditte boschive selezionate mediante regolare gara d'appalto al ribasso (prezzo base di 87,5 €/t), hanno eseguito i lavori di taglio, allestimento del materiale legnoso (sramatura fino all'apice ed asportazione del cimale), accatastamento ordinato in loco dei residui di lavorazione, esbosco e trasporto del tonname in centrale. Nei piazzali messi a disposizione dalle centrali di Sellero e Ponte di Legno, il materiale è stato

pesato e accumulato in due cataste per distinguere il legname di scarso valore commerciale da destinare in centrale, dal tondame per segheria. La Comunità Montana ha liquidato le ditte boschive attingendo al contributo regionale. Dalla liquidazione del materiale da biomassa da parte di Legno Energia s.r.l. e SO.SV.A.V. s.r.l. (50 €/t + I.V.A.) per € 280.746 , e dalla vendita alle segherie del tondame da opera per € 187.372 , la Comunità Montana ha ottenuto introiti pari ad € 468.118. Queste risorse sono state girate ai Consorzi Forestali per l'esecuzione, nel territorio dei comuni che hanno messo a disposizione i boschi e di concerto con quanto previsto dai Piani di Assesamento, di interventi di miglioramento della rete viaria di servizio silvo-pastorale.



Foto 8, legname di medio-scarso valore tecnologico da conferire nelle centrali termiche a biomassa. Lotto Angolo T.
Foto 9, legname di "prima scelta" da conferire come legname da opera alle segherie. Lotto Niardo.



Foto 10 e 11., assegni suppletivi nel lotto di Artogne. Il contrassegno delle piante da abbattere deve essere apposto in prossimità del colletto e ad un'altezza di circa 1,3 m dal suolo.

3.2 Quadro economico consuntivo

Nella tabella sottostante è stato riportato il quadro economico complessivo del Progetto Biomasse, specificando per i singoli lotti gli interventi di miglioramento forestale beneficiari degli introiti.

Lotto	Contributo Regione	Biomassa + Opera	Totale lavori	Risorse a disposizione	Indice copertura costi	Progetti di riutilizzo introiti
Angolo Terme	99.998,70	48.335,20	121.983,18	26.350,72	0,40	Strada Angolo-Vareno
Incudine	100.000,49	73.166,40	129.827,77	43.339,12	0,56	Strada Incudine - Cavallo-Niclo
Corteno Golgi	50.098,83	44.977,20	75.302,07	19.773,96	0,60	Strada Palù
Edolo	49.903,80	57.949,20	94.652,44	13.200,56	0,61	Acquedotto di località Carbonaiola e Plazzora
Braone	50.069,85	32.712,00	52.431,63	30.350,22	0,62	Strada Poie+Piazze+Piazze-Foppe
Malonno Paisco-Loveno	99.980,95	74.529,72	114.855,30	59.855	0,65	Strada Loveno-baite Paghera+ Strada Corno di Lavezzo-Lezza
Cividate Camuno	49.999,95	46.269,78	70.754,52	25.515,21	0,65	Strada Malga Rondenino
Artogne	49.999,35	43.056,00	62.434,13	30.621,22	0,69	Strada Fontanelli Secondino
Niardo	49.930,80	47.107,20	64.636,63	32.401,37	0,73	Bonifica schianti trombe d'aria
Totale	599.982,72	468.118,80	786.877,67	281.207,75		

Tabella 3. I valori sopra indicati sono espressi in € e sono comprensivi di I.V.A.

Fonte: Comunità Montana di Valle Camonica. Dati estratti dalla check-list generale progetto Biomasse.

Interessante è il dato concernente la percentuale di copertura dei costi: ottenuto dal rapporto tra le entrate derivanti la vendita del legname da opera e biomassa con l'importo totale dei lavori, esprime la capacità dell'intervento di autofinanziarsi.

I dati in possesso mettono in evidenza che:

- ✓ le spese sostenute per raccogliere il prodotto legno sono più elevate di ciò che è si ricavato vendendolo sul mercato (intervento a macchiatico negativo);
- ✓ il finanziamento della Regione Lombardia è di fondamentale importanza per la sostenibilità economica del progetto;
- ✓ il lotto di Niardo nonostante sia stato programmato con un'ottica di prelievo non esclusivamente commerciale, evidenzia una buona performance economica derivante dai bassi costi di utilizzazione e dalle caratteristiche tecnologiche (e quindi dal valore) degli assortimenti legnosi destinati alle segherie;
- ✓ i lotti di Artogne, Cividate Camuno e Malonno Paisco-Loveno presentano, come previsto analizzando le curve diametriche, nel complesso un discreto risultato economico;
- ✓ nei lotti di Edolo, Incudine e Corteno Golgi, il basso indice di copertura dei costi trova giustificazione nella presenza di maggiori benefici di carattere ambientale (diradamenti bassi e misti) e di carattere gestionale (in bosco sono stati rilasciati

volumi commerciali che possono alimentare successivi prelievi di carattere commerciale);

- ✓ nel lotto di Angolo Terme la scarsa performance economica (elevati costi di utilizzazione e basso valore degli assortimenti) è compensata dall'elevato valore ambientale dell'intervento.

3.3 Principali criticità

Alcuni tecnici forestali che hanno diretto i lotti boschivi hanno evidenziato nel progetto finanziato dalla Regione Lombardia qualche aspetto critico e formulato suggerimenti per eventuali iniziative simili in futuro. Tra le principali problematiche:

- ✓ difficoltà logistiche nelle operazioni di selezione del legname (da segheria e biomassa), in quanto richiedevano la presenza costante del direttore lavori;
- ✓ la tendenza delle ditte boschive in caso di subappalto è quella di lavorare in fretta, a volte a scapito della qualità dei tagli degli assortimenti legnosi da destinarsi in segheria;
- ✓ il piazzale di conferimento. Individuare solo due piazzali di conferimento per il legname, Sellero e Ponte di Legno, può essere particolarmente oneroso per il bilancio dei lotti che non si trovano nelle aree limitrofe;
- ✓ costi aggiuntivi per accatastamento-asportazione cimali e ramaglie. Potrebbe essere opportuno, anche dal punto di vista agronomico, cippare e disperdere questo materiale in bosco.

I suggerimenti:

- ✓ lavorare con poco legname d'opera ma che sia di qualità, privilegiando quindi quello da biomassa fino al diametro di 25-30 cm;
- ✓ le ditte boschive lavorano il legname con maggiore attenzione quando è il loro (ne consegue che anche il valore del legname d'opera sarà più alto). Riconoscere quindi alle ditte boschive che svolgono anche l'attività di prima lavorazione il diritto di prelazione durante le gare d'appalto dei lotti boschivi;
- ✓ individuare più piazzali di conferimento del legname per ridurre i costi di trasporto e di utilizzazione;
- ✓ per meglio valorizzare il legname, operarne la suddivisione non in due categorie ma in tre tipologie di assortimenti:
 - tondame, lunghezza ≥ 4 m e diametro a metà lunghezza > 23 cm;
 - stangame, lunghezza < 4 m e diametro a metà lunghezza < 23 cm;
 - biomassa cippata e venduta come prodotto finito.



Foto 12, processore in azione, lotto boschivo Paisco-Malunno, anno 2011. A fianco (foto 13), legname accatastato lavorato con processore: questa tipologia di legname è destinata principalmente alla realizzazione di imballaggi e alla valorizzazione energetica.

Foto 14. Sramatura manuale con motosega. Questa tipologia di assortimento si presta meglio ad un impiego d'opera. Evidente la differenza nella qualità dei tagli se rapportato con il legname lavorato con processore.

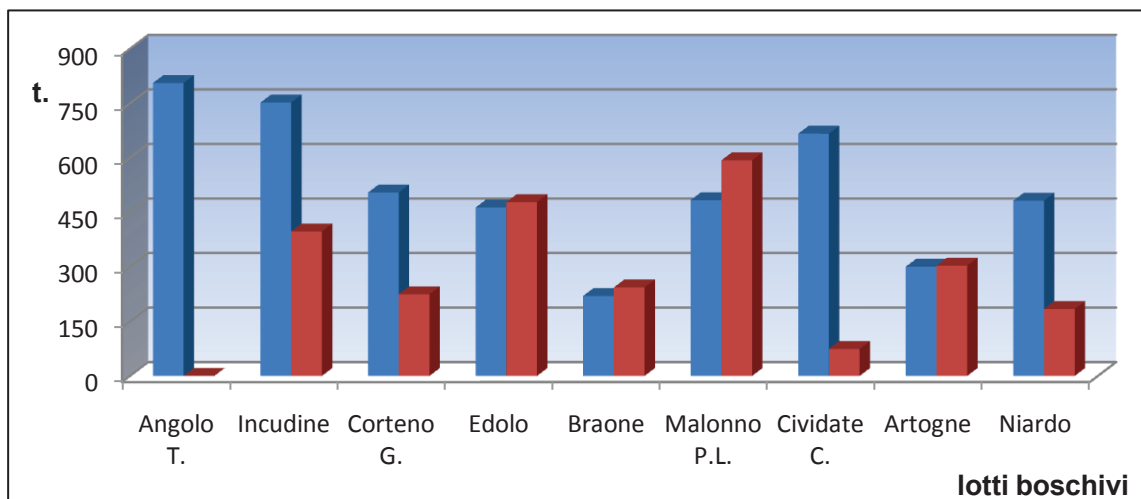


Grafico 4, materiale legnoso prelevato in ciascun lotto. Colore rosso, legname d'opera, colore blu materiale da biomassa.

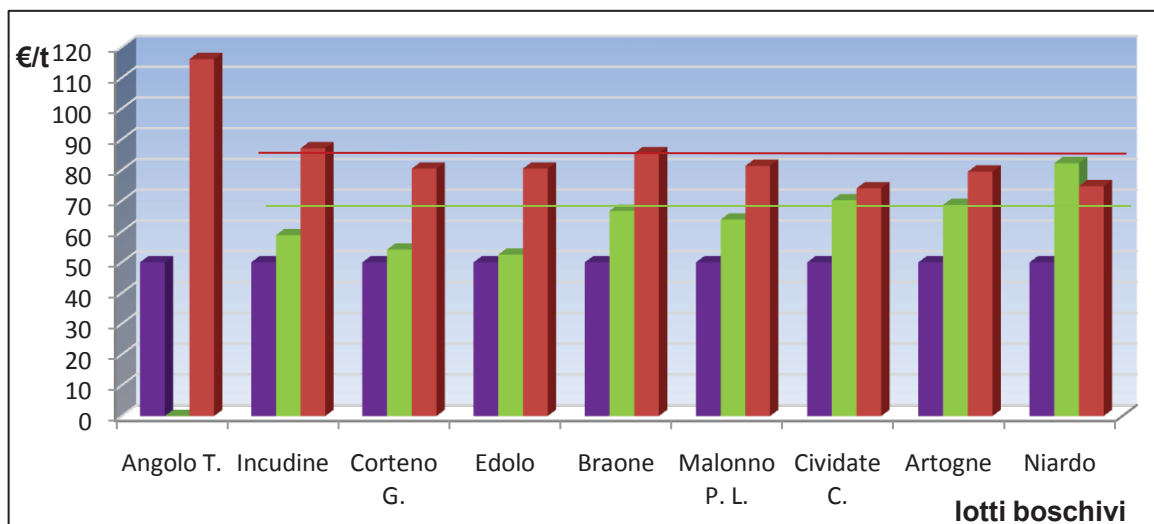


Grafico 5. Valori attribuiti nell'ambito del progetto "Miglioramento strutturale dei soprassuoli della Valle Camonica finalizzato al potenziamento della filiera bosco-legno-energia", al materiale da biomassa (colore viola), al legname da opera (verde) ed al lavoro delle ditte boschive (rosso). Le linee continue indicano la media aritmetica tra i valori riportati e rappresentati con il medesimo colore (64,7 €/t legname d'opera, 80,4 €/t importo lavori). Rispetto al valore medio (media aritmetica), il prezzo attribuito al legname d'opera oscilla tra +27%, riscontrato nel lotto di Niardo, a - 18% del lotto di Edolo. Sempre avendo come termine di paragone il valore medio (media aritmetica), per quanto concerne il costo unitario dei lavori, quest'ultimo è, in linea di massima, uniforme tra i lotti legnosi indagati, infatti varia tra + 8% del lotto Incudine e - 7% del lotto Niardo. Il lotto Angolo T. è stato escluso dal calcolo della media per il particolare carattere ambientale e antieconomico dell'intervento. I valori espressi si intendono IVA esclusa.

4. I NOVE LOTTI LEGNOSI



Comune. Incudine

Consorzio Forestale. Due Parchi

Direzione lavori – redazione progetto di taglio. Dott. For.le Riccardo Mariotti

Particelle assestamentali n. 1- 17- 18

Descrizione del soprassuolo. Le aree d'intervento sono poste sul versante vago (sinistra idrografica) del Comune di Incudine, in una fascia compresa tra 950 e 1.700 m di quota. La particella n.1 ha buona dotazione provvigionale (280 m³/ha) e buon portamento; struttura regolare in gran parte di origine artificiale con netta prevalenza di abete rosso misto a larice solo nella porzione occidentale. Il soprassuolo della particella forestale n. 18 è caratterizzato dalla netta prevalenza di abete rosso (da maturo a stramaturato, buono il portamento e le caratteristiche commerciali), con larice in successione a pecceta altrove. Struttura da biplana a multiplana con prevalenza di abete rosso e larici nel piano dominante, la particella forestale n. 17 presenta di nuclei di rinnovazione in corrispondenza di chiarie e buche, anche di piccole dimensioni.

In tutte le particelle forestali la rinnovazione naturale, in prevalenza di abete rosso, è pronta fuori copertura, mentre sotto copertura è ostacolata nello sviluppo dal popolamento adulto. Promettente sviluppo di latifoglie nella porzione inferiore della particella n. 1.

Tipologia d'intervento. Nella particella forestale n. 17 intervento di riorganizzazione strutturale con diradamento basso a scapito dei soggetti di diametro medio spesso sottomessi; interventi locali nel piano dominante per favorire lo sviluppo della rinnovazione già insediata. Nelle particelle forestali n. 1 e 18 tagli di sgombero per favorire, nella parte superiore, i nuclei di rinnovazione di abete rosso, mentre nella porzione inferiore, si è proceduto al taglio consistente di resinose al fine di favorire il promettente sviluppo di latifoglie (nocciolo, sambuco e frassino maggiore).



Foto 1, soprassuolo forestale al termine delle operazioni di taglio. Foto 2, intervento di esbosco.

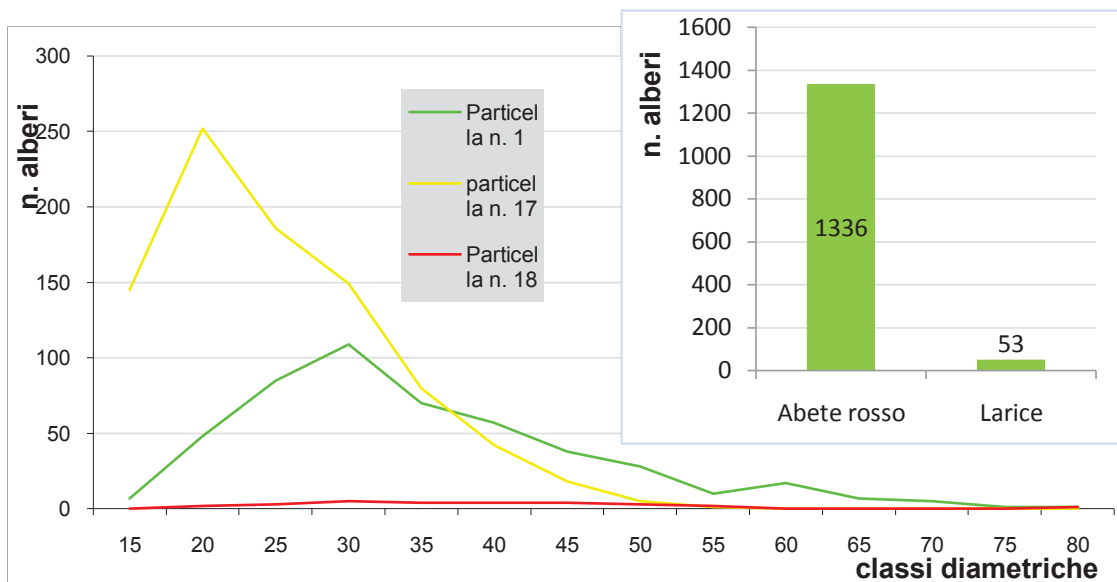


Grafico 1. Distribuzione diametrica di martellata; nel dettaglio le specie legnose assegnate al taglio (dati di progetto, assegni suppletivi esclusi).

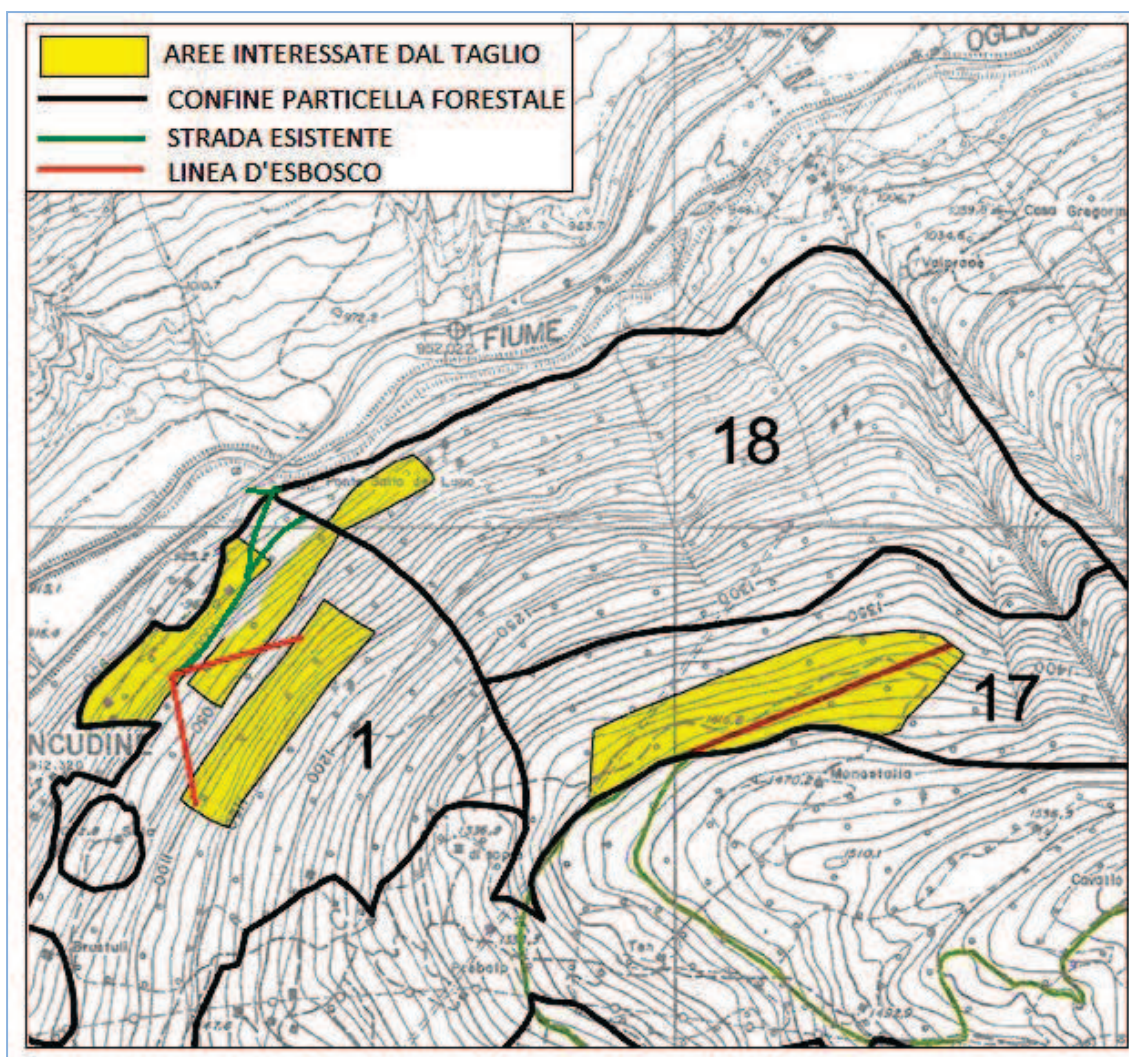


Figura 1, inquadramento territoriale lotto boschivo Incudine.

Modalità di esbosco. L'esbosco del materiale legnoso è avvenuto prevalentemente mediante avvallamento manuale e/o verricello forestale e per mezzo di tre linee d'esbosco aeree (figura 1).

Nella particella forestale n.1 sono state installate due brevi linee aeree che hanno consentito di concentrare il legname al termine di un breve tratto di strada silvo-pastorale che si collega alla sottostante Strada Statale n.42 del Passo del Tonale e della Mendola. Con l'impiego di trattore forestale il legname è stato trasportato e accatastato in un piazzale situato nel vicino Comune di Vezza d'Oglio; qui il legname è stato selezionato in base alle caratteristiche tecnologiche e trasportato presso la centrale a biomassa di Ponte di Legno.

Nella particella forestale n. 17 è stata installata una linea aerea di esbosco che ha consentito di concentrare il materiale legnoso a margine della strada silvo-pastorale che conduce in località S. Anna. Con l'impiego di trattori di medie dimensioni il legname è stato trasportato nel piazzale situato vicino al centro abitato di Incudine, selezionato e accatastato in attesa del successivo trasporto verso la centralina a biomassa di Ponte di Legno. Qui il legname è stato pesato e suddiviso in due cataste con qualità tecnologica differente: la prima, costituita da tronchi di qualità scadente, destinati alla cippatura, la seconda con qualità discrete e buone, da destinarsi alle segherie.

Cronoprogramma. Inizio lavori, 2 dicembre 2007 / fine lavori, 3 ottobre 2008.

Quadro economico.

Importo progetto €	Tonnellate biomassa	Importo biomassa 60 €/t	Tonnellate opera	Prezzo unitario opera €/t	Importo opera	Importo totale	Importo lavori €/t	Importo totale lavori ¹
100.000	752	45.122	397	70,6	28.044	73.166	87	129.828

¹ Comprensivo di: importo lavori, oneri per la sicurezza, IVA 20% oneri e lavori, spese tecniche Comunità Montana (2%) e spese tecniche Consorzio Forestale (7%).

Progetto di riutilizzo introiti. Gli introiti derivanti dalla vendita del legame d'opera e del materiale da biomassa pari ad € 43.339,12, sono stati destinati dall'Amministrazione Comunale di Incudine ad interventi di manutenzione straordinaria della strada agro – silvo – pastorale Incudine-Cavallo-Niclo.

Stato di fatto pre-intervento. La strada in oggetto è caratterizzata da una pendenza longitudinale non elevata e abbastanza costante, che tende però ad aumentare nel tratto finale del percorso favorendo, anche a causa di una non corretta regimazione delle acque di scorrimento superficiali, fenomeni di deterioramento del fondo stradale. Inoltre lungo tutto il tracciato stradale sono numerose le scarpate non regolarizzate, prive di copertura erbacea e con pendenza accentuata, che prendono origine da diffusi fenomeni gravitativi.

Interventi realizzati. L'intervento in progetto ha riguardato il tratto di strada in cui il fondo si presentava, a causa dell'elevata pendenza, particolarmente deteriorato ed è consistito nella:

- ✓ realizzazione di palificate in legname e pietrame e scogliere in massi ciclopici a sostegno delle scarpate sui tornanti nella parte superiore della strada tra la località Cavallo e Niclo;
- ✓ posa di elementi in profilato metallico (tipo guard rail) per un'adeguata regimazione delle acque meteoriche;
- ✓ posa di geostuoia per il consolidamento delle scarpate a monte delle nuove palificate e scogliere;
- ✓ inerbimento delle scarpate e di tutte le superfici che a fine lavori sono risultate prive di vegetazione;
- ✓ pavimentazione del fondo stradale con pietrame annegato in calcestruzzo armato con rete elettrosaldata nei tratti a maggiore pendenza.

Per la realizzazione delle opere in progetto è stato necessario ricorrere, in aggiunta agli introiti ottenuti dalla vendita del legname del lotto boschivo Incudine, ad economie in corso d'opera ed a stanziamenti aggiuntivi da parte del Comune di Incudine.

La strada agro – silvo – pastorale Incudine-Cavallo-Niclo è molto importante in ambito comprensoriale in quanto assolve a molteplici funzioni legate alla corretta gestione del patrimonio silvo-pastorale:

- ✓ consente l'accesso alle superfici boscate e permette l'esbosco del legname;
- ✓ consente la realizzazione di interventi di miglioramento forestale previsti dal Piano di Assestamento forestale.



Foto 3, 4, 5, 6, documentazione fotografica progetto riutilizzo introiti.



Comune. Edolo

Consorzio Forestale. Alta Valle Camonica

Direzione lavori – redazione progetto di taglio. Dott. for.le Mario Tevini

Particelle assestamentali n. 94 - 96

Descrizione del soprassuolo. Entrambe le particelle forestali sono ascrivibili nella tipologia forestale delle peccete montane dei substrati silicatici di derivazione secondaria. La particella forestale n. 94 è caratterizzata dalla presenza prevalente di abete rosso, puro nella porzione centrale e inferiore, con larice localmente presente in gruppi nella parte superiore della particella; piante in generale di scarso valore commerciale (eccessiva ramosità e spesso marcescenti). Il popolamento evidenzia nella porzione di territorio verso la Val Finale, delle situazioni di evidente regresso fisiologico ed elevata instabilità. Causa l'elevata densità, la rinnovazione è, tranne fasce limitate, praticamente assente. Pecceta generalmente giovane, la particella forestale n. 96 presenta ampi tratti ad elevata densità tale da ostacolare l'insediarsi della rinnovazione, che invece risulta pronta e abbondante in condizioni di adeguata luminosità. Nella porzione centrale e superiore della particella sono presenti nuclei di fustaia disetanea con soggetti invecchiati. Porzioni marginali delle particelle forestali n. 94 e 96, le aree oggetto d'intervento sono situate sulle pendici del Monte Colmo, in una fascia altitudinale compresa tra i 1.200 m sl.m. ed i 1.300 m sl.m. all'interno del bacino idrografico della Val Finale a confine con il territorio comunale di Incudine.

Tipologia d'intervento. Taglio di preparazione di soggetti sottomessi e in evidente stato di regressione fisiologica, lasciando in bosco gli alberi già differenziati al fine di ottenere un soprassuolo formato da alberi stabili in grado di proseguire nella successione forestale. Diradamento medio e alto affinché sia agevolata una migliore evoluzione del soprassuolo verso forme di pecceta meno instabili.



Foto 1, soprassuolo prima delle operazioni di taglio. Foto 2, soprassuolo dopo il taglio.

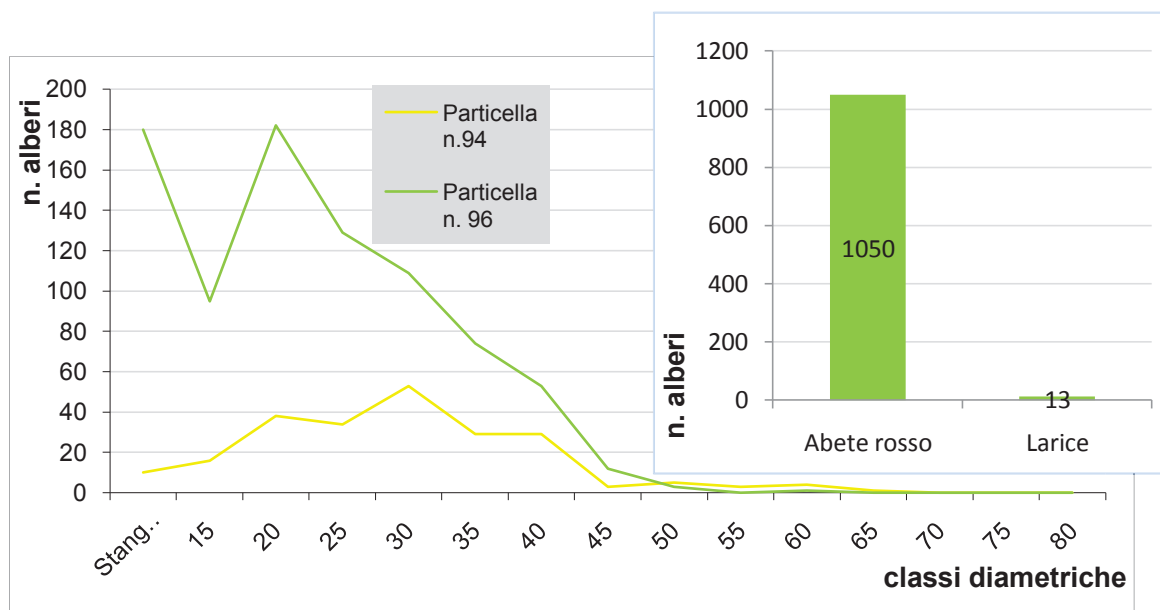


Grafico 1. Distribuzione diametrica di martellata; nel dettaglio le specie legnose assegnate al taglio (dati di progetto, assegni suppletivi esclusi).

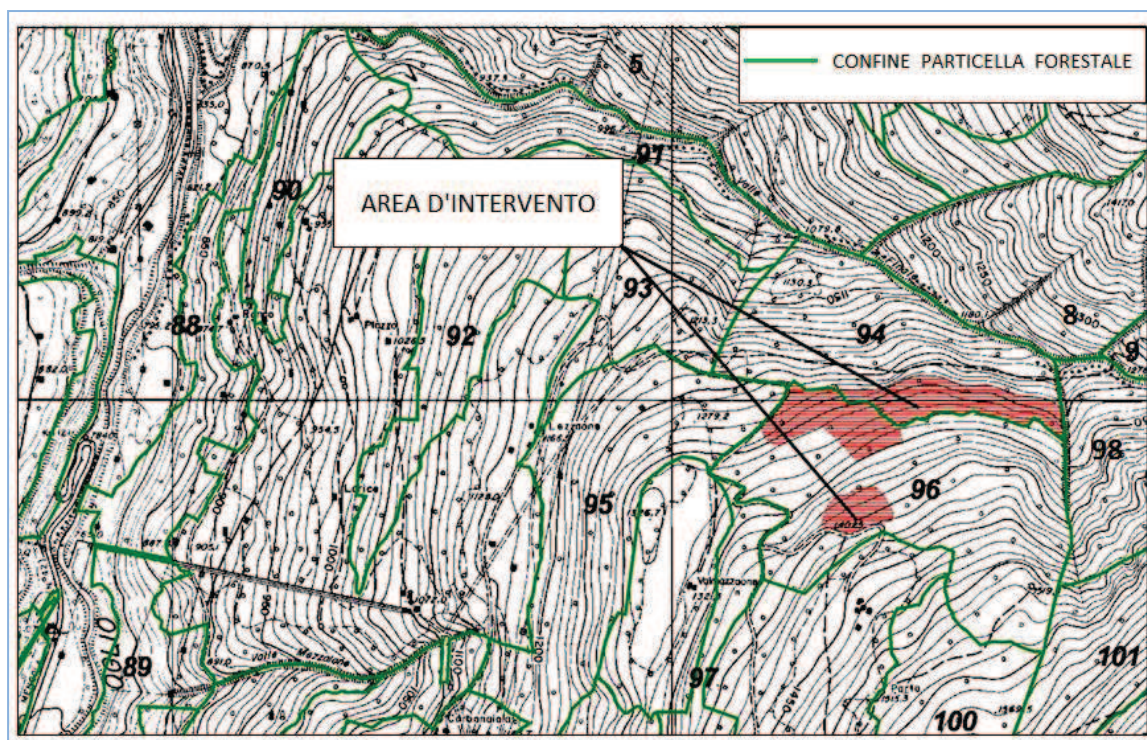


Figura 1, inquadramento territoriale lotto boschivo Edolo.

Modalità di esbosco. In entrambe le particelle le operazioni di esbosco sono state effettuate mediante l'impiego di gru a cavo tipo blonden; il concentramento e la selezione del materiale legnoso sono stati eseguiti presso i piazzali di carico adiacenti la strada camionabile. Con l'impiego di trattore forestale il legname è stato trasportato verso la centrale a biomassa di Ponte di Legno, dove è stato pesato e suddiviso in due cataste con qualità tecnologica differente: la prima, costituita da tronchi di qualità scadente, destinati alla cippatura, la seconda con qualità discrete e buone, da destinarsi alla vendita a segherie.

Cronoprogramma. Inizio lavori, 9 novembre 2007 / fine lavori, 31 ottobre 2009.

Quadro economico.

Importo progetto €	Tonnellate biomassa	Importo biomassa 60 €/t	Tonnellate opera	Prezzo unitario opera €/t	Importo opera	Importo totale	Importo lavori €/t	Importo totale lavori ¹
49.903,80	463	27.804	478	63	30.145	57.949	80	94.65

¹ Comprensivo di: importo lavori, oneri per la sicurezza, IVA 20% su oneri e lavori, spese tecniche Comunità Montana (2%) e spese tecniche Consorzio Forestale (7%).

Progetto di riutilizzo introiti. Gli introiti derivanti dalla vendita del legame d'opera e del materiale da biomassa, € 12.043,29 sono stati destinati dal Comune di Edolo alla sistemazione dell'acquedotto rurale di Carbonaiola e alla realizzazione di un nuovo tratto di acquedotto a servizio dei fabbricati rurali di località Plazzora.

L'intervento in oggetto si colloca nel territorio comunale di Edolo, a nord-est del capoluogo, in una fascia altitudinale compresa tra i 1.220 m sl.m. di località Sopra Plaiolo ed i 1.070 m di località Plazzora.

Stato di fatto pre-intervento. L'acquedotto di Carbonaiola ha inizio presso la vasca di carico posta a monte dei fabbricati rurali di Plaiolo in Valle di Sessana. La tubatura dell'acquedotto era interamente costituita da condutture in ferro e si presentava in condizioni strutturali pessime, con numerose fessurazioni lungo le pareti esterne che provocano perdite di acqua. I fabbricati rurali di località Plazzora non erano raggiunti dal servizio di acquedotto; l'approvvigionamento idrico era garantito esclusivamente dagli scarichi del canale Edison posto nelle vicinanze.

Interventi realizzati. L'intervento di manutenzione straordinaria dell'acquedotto rurale di Carbonaiola è stato eseguito mediante:

- ✓ il rifacimento di alcuni tratti di muratura e l'impermeabilizzazione interna della vasca di carico situata a 1.220 m sl.m.;
- ✓ la realizzazione di una briglia in pietrame a secco a pochi metri a valle della vasca di carico, a protezione della tubatura;
- ✓ posa in opera di ml 342 di tubi in PEAD;
- ✓ posa di una nuova vasca di accumulo di 2m³ in pvc in prossimità della partenza della nuova tubatura a quota 1.160 m sl.m.;
- ✓ posa di pozzetti d'ispezione prefabbricati.

L'intervento di realizzazione del nuovo tratto di acquedotto in località Plazzora è consistito:

- ✓ nella realizzazione di una nuova opera di presa in cemento armato di m³ 1 in corrispondenza della sorgente naturale, nelle vicinanze della strada agro-silvo-pastorale Mu-Lezzaone-Pozzuolo, ad una quota di 1.150 m sl. m. tale da garantire una scorta d'acqua sufficiente per gli scopi e le utenze dell'impianto;
- ✓ posa in opera di ml 225 di tubi in PEAD;
- ✓ posizionamento lungo il percorso della tubazione, di pozzetti d'ispezione prefabbricati.

Gli interventi sono volti a garantire l'approvvigionamento idrico (solo per abbeveramento del bestiame e non per fini potabili) alle utenze esistenti; nel periodo primaverile-estivo sono presenti diversi capi bovini ed ovini e i proprietari di fabbricati che trascorrono in alpe tale periodo.



Foto 3 e 4, documentazione fotografica progetto riutilizzo introiti.

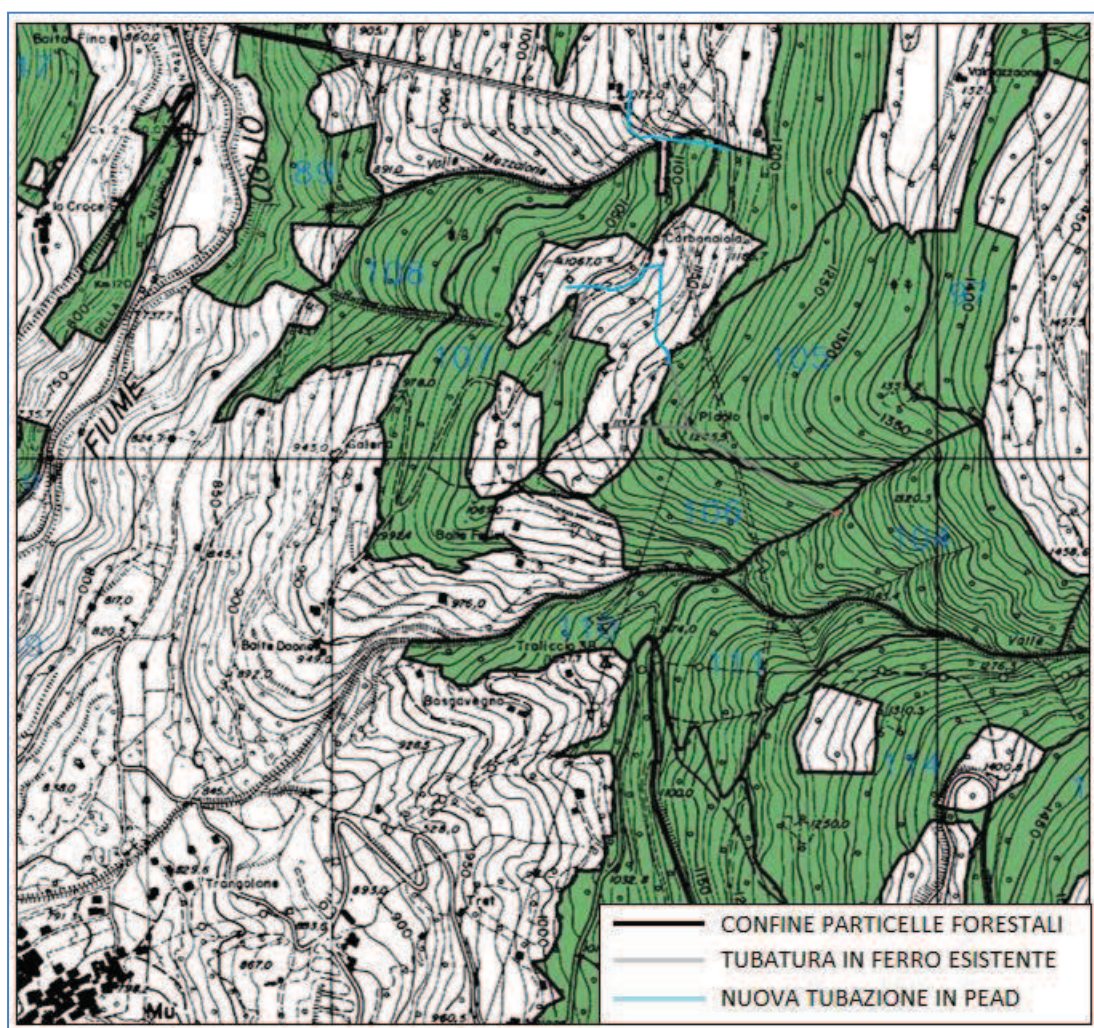


Figura 2, inquadramento territoriale progetto riutilizzo introiti.



Comune. Corteno Golgi

Consorzio Forestale. Alta Valle Camonica

Direzione lavori – redazione progetto di taglio. Dott. for.le Mario Tevini

Particelle assestamentali n. 91 - 98

Descrizione del soprassuolo. Le aree oggetto di intervento sono costituite da porzioni marginali delle particelle forestali n. 91 e 98, localizzate sul versante al “vago” in una fascia altitudinale compresa tra i 1.450 m sl.m. ed i 1.550 m sl.m. nei pressi delle località Bonalt e Fontanazze.

La particella n. 91 è ascrivibile alla tipologia forestale degli abieteti tipici dei substrati silicatici dei suoli mesici. Fustaia disetaneiforme mista, soprattutto di abete rosso, abete bianco e larice; sporadica presenza di pino silvestre e di latifoglie (ontano verde, betulla, sorbo uccellatori). Nella porzione superiore è presente un’ampia fascia di soprassuolo disetaneiforme a prevalenza di picea, caratterizzata da elevata densità e soggetti in evidente stato di regressione fisiologica. La rinnovazione di resinose (abete rosso e parzialmente di larice, abete bianco sotto copertura), è concentrata in buche originatesi da precedenti utilizzazioni. La particella n. 98 è ascrivibile alla tipologia forestale delle peccete altimontane e subalpine dei substrati silicatici dei suoli mesici. Fustaia matura di picea in consociazione con abete bianco e larice, densità regolare, copertura irregolare per la presenza di buche generatesi da schianti, portamento discreto; rinnovazione di picea e abete bianco.

Tipologia d’intervento. Diradamento finalizzato a diminuire la densità del soprassuolo per favorire il graduale miglioramento delle condizioni fisionomico – strutturali del popolamento e assecondare il mantenimento delle condizioni di densità ideali al bilanciamento delle tre specie che compongono il soprassuolo forestale (abete rosso, abete bianco e larice).



Foto 1, area di intervento prima delle operazioni di taglio. Foto 2, soprassuolo dopo il taglio.

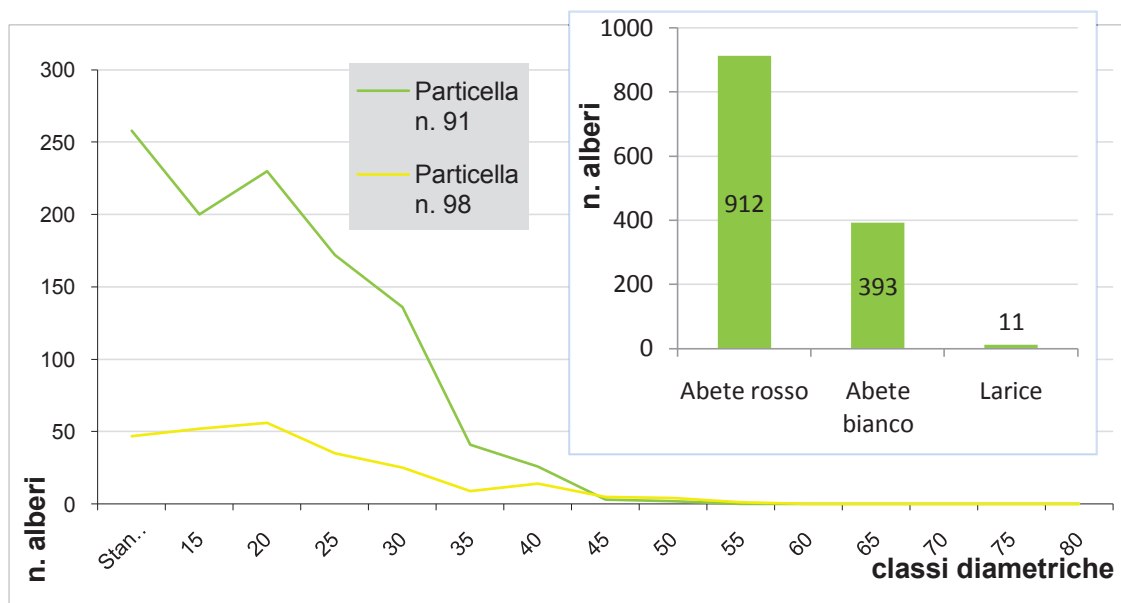


Grafico 1. Distribuzione diametrica di martellata; nel dettaglio le specie legnose assegnate al taglio (dati di progetto, assegni suppletivi esclusi).

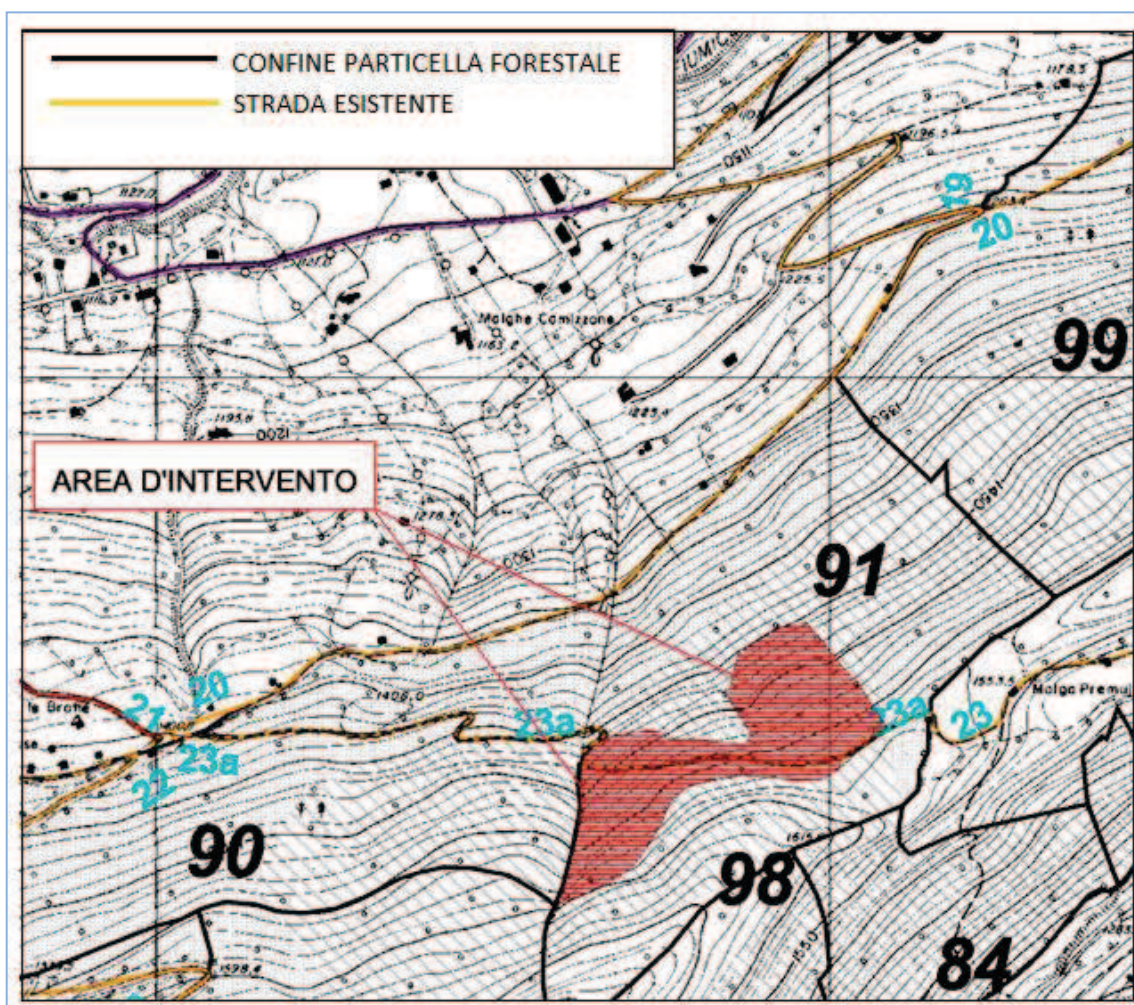


Figura 1, inquadramento territoriale lotto boschivo Corteno Golgi.

Modalità di esbosco. In entrambe le particelle le operazioni di esbosco del legname sono state eseguite mediante avvallamento manuale, verricello e l'installazione di linee aeree via cavo, tipo blonden. Ciò ha permesso il trasporto del materiale sino alla strada trattorabile, dove è stato selezionato in base alle caratteristiche tecnologiche e mediante trattore forestale trasportato verso la centrale a biomassa di Ponte di Legno. Qui il legname è stato pesato e suddiviso in due cataste con qualità tecnologica differente: la prima costituita da tronchi di qualità scadente, destinati alla cippatura, la seconda con qualità discrete e buone, da destinarsi alle segherie.

Cronoprogramma. Inizio lavori, 19 marzo 2008 / fine lavori, 10 ottobre 2008.

Quadro economico.

Importo progetto €	Tonnellate biomassa	Importo biomassa 60 €/t	Tonnellate opera	Prezzo unitario opera €/t	Importo opera €	Importo totale €	Importo lavori €/t	Importo totale lavori ¹
50.099	504,6	30.277	224,7	65,4	14.700	44.977	80,50	75,302

¹ Comprensivo di: importo lavori, oneri per la sicurezza, IVA 20% su oneri e lavori, spese tecniche Comunità Montana (2%) e spese tecniche Consorzio Forestale (7%).

Progetto di riutilizzo introiti. Gli introiti derivanti dalla vendita del legame d'opera e del materiale da biomassa, pari ad € 19.773,98 sono stati destinati dal Comune di Corteno Golgi alla sistemazione della strada agro-silvo-pastorale denominata "Piazza-Fienili Palù-Fienili Pelos-Fienili Cavrinai".

Interventi realizzati. Manutenzione straordinaria della strada agro-silvo-pastorale mediante:

- ✓ realizzazione di 2 tratti di pavimentazione in battuto di cemento per un totale di 205,8 ml (m² 531); spessore di 15 cm con sottostante rete metallica;
- ✓ posa di 49 ml di canalette trasversali (guard-rail), con inclinazione di 30° rispetto all'asse stradale e in leggera pendenza, per l'allontanamento delle acque di scorrimento superficiali responsabili del deterioramento del fondo stradale. Il deflusso superficiale viene fatto confluire in un pozzetto realizzato in pietrame a secco.



Foto 3 e 4, documentazione fotografica area d'intervento.



Figura 2, inquadramento territoriale progetto riutilizzo introiti.



Comune. Malonno – Paisco Loveno

Consorzio Forestale. Valle Allione

Direzione lavori – Redazione progetto di taglio. Dott. for.le Christian Donati

Particelle assestamentali n. 56 – 40 - 47

Descrizione del soprassuolo. Le particelle forestali sono ascrivibili nella tipologia forestale delle peccete montane dei substrati silicatici dei suoli xerici. Compresa in una fascia altimetrica tra i 1.210 m e 1.380 m di quota, la particella forestale n. 56 presenta nel terzo inferiore fustaia rada di abete rosso con piante dal diametro per lo più piccolo e poco larice adulto. Nella porzione centrale, fustaia adulta di abete rosso, con esemplari anche maturi, intercalata da brevi tratti di spessina. Nella parte alta, fustaia adulta di abete rosso mista a raro larice; densità discreta, buono lo sviluppo e il portamento, rinnovazione di abete rosso. L'area oggetto di intervento si estende per circa 4,3 ha, distribuita lungo la strada provinciale 294 del Vivione. Soprassuolo composto prevalentemente da abete rosso con raro larice e struttura tendenzialmente monoplana; l'eccessiva densità ne hanno compromesso la stabilità e favorito nei soggetti deperenti attacchi di bostrico. Sono stati assegnati al taglio soggetti che presentano sofferenza alla chioma, ferite causate da caduta massi e danni causati dal vento. La particella n. 40 è compresa in una fascia altimetrica tra i 990 m ed i 1.161 m di quota; sopra la strada provinciale, bosco misto di abete rosso e larice ed in prossimità delle Valle di S. Antonio, frassino, acero, pioppo tremulo e nocciolo; sotto la strada, estese macchie di nocciolo, poco acero e frassino e singoli esemplari adulti di abete rosso. La particella forestale n. 47 è compresa in una fascia altitudinale tra i 1.100 e 1.387 m sl.m. Fustaia matura di abete rosso, con esemplari di grosse dimensioni, discreto portamento e densità. Nel piano dominato, nocciolo, salicene, betulla, acero, maggio ciondolo. L'area oggetto di intervento delle particelle forestali 40 e 47, si estende a monte e a valle della strada provinciale del Vivione per una superficie di 3,72 ha; il soprassuolo forestale è composto da abete rosso con sporadico larice. L'assegnazione al taglio ha riguardato soggetti pericolanti e/o deperenti al fine della messa in sicurezza della strada del Vivione.

Tipologia d'intervento. Taglio selettivo per pedali dei soggetti bostricati o con evidenti segni di patologie in atto.

Taglio selettivo per pedali dei soggetti lesionati, aduggiati, malcrescenti e sofferenti.

Taglio di sementazione / sgombero a scapito dei soggetti maturi e meno pregiati volto a favorire l'affermarsi della rinnovazione naturale.

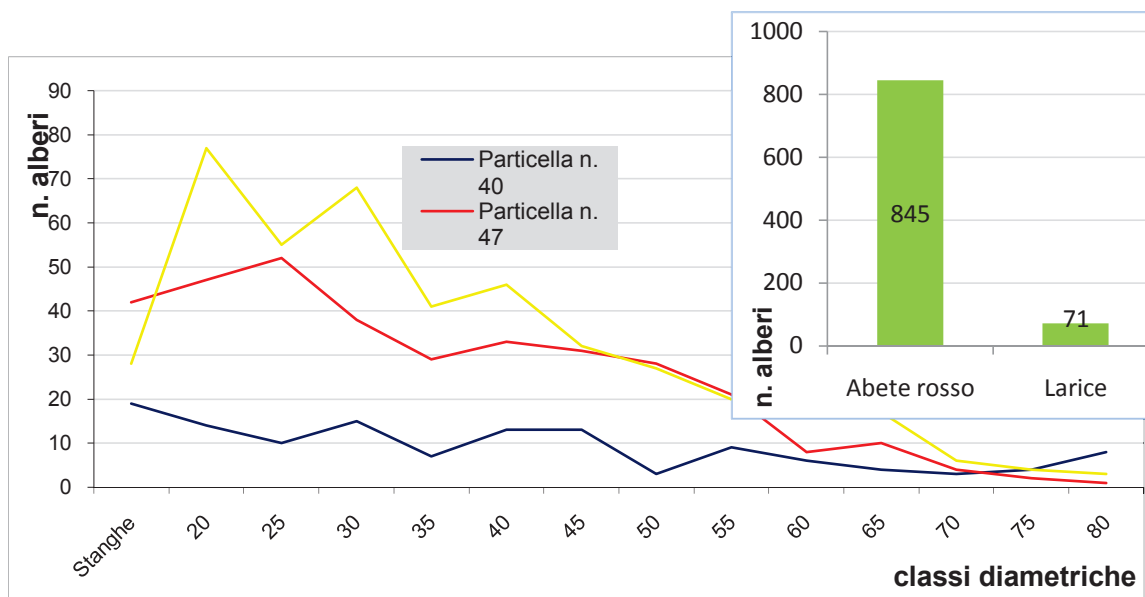


Grafico 1. Distribuzione diametrica di martellata; nel dettaglio le specie legnose assegnate al taglio (dati di progetto, assegni suppletivi esclusi).



Foto 1, le teleferiche dette “gru a cavo”, sono costituite da due funi, traente e portante, da un argano/verricello e da un carrello sollevatore (in alto nella foto) che può caricare e scaricare il legname lungo tutto il percorso. Foto 2, gru a cavo mobile, con argano e torre ripieghibile montata su rimorchio. L’installazione di gru a cavo deve essere preceduta da relativa autorizzazione rilasciata dall’amministrazione comunale.



Foto 3, operazioni di sramatura e accatastamento del legname eseguite nella piazzuola ai bordi della s.p. 294. Foto 4, area di intervento dopo l’intervento di taglio.

Modalità di esbosco.

Il 40% circa del materiale legnoso prelevato è costituito da piante tagliate lungo le linee di esbosco; il restante 60% sono piante oggetto di taglio lungo la s.p. 294 Passo del Vivione. Nel primo caso, le operazioni di esbosco sono state eseguite mediante l'installazione di due linee aeree, mentre per i tagli eseguiti sulla Strada Provinciale 294, le operazioni si sono svolte con l'ausilio di verricello e avvallamento manuale. Il materiale legnoso selezionato e accatastato nei piazzali lungo la strada provinciale è stato poi trasportato su camion in direzione del Polo di Eccellenza di Sellero .

Cronoprogramma. Inizio lavori, 31 gennaio 2008 / fine lavori, 30 aprile 2008.

Quadro economico.

Importo progetto €	Tonnellate biomassa	Importo biomassa 60 €/t	Tonnellate opera	Prezzo unitario opera €/t	Importo opera	Importo totale	Importo lavori €/t	Importo totale lavori ¹
99.981	484	29.023	593	76,70	45.506	74.529	81	114.855

¹ Comprensivo di: importo lavori, oneri per la sicurezza, IVA 20% su oneri e lavori, spese tecniche Comunità Montana (2%) e spese tecniche Consorzio Forestale (7%).

Progetto di riutilizzo introiti.

L'introito netto derivato dalla vendita del materiale da biomassa e del legname per segheria, ottenuto nell'ambito del sopraccitato progetto è stato pari a € 59.855. Tale importo è stato equamente distribuito e reinvestito in interventi di manutenzione straordinaria della rete viaria agro – silvo – pastorale nei comuni che hanno messo a disposizione i lotti boschivi, ovvero Malonno e Paisco-Loveno.

Reimpiego introiti biomassa Comune di Paisco-Loveno

Importo di progetto € 29.927,534

E' stata sistemata la strada silvo pastorale Loveno-Baite Paghera, della lunghezza di 2,5 Km mediante scavo di sbancamento per allargamento della sede stradale, livellamento e sistemazione del fondo mediante posa di battuto di cemento con rete elettrosaldata e canalette per il deflusso delle acque meteoriche (foto 5 e 6). Taglio della vegetazione ingombrante ed idrosemina delle superfici messe a nudo dagli scavi.

Reimpiego introiti biomassa Comune di Malonno

Importo di progetto € 29.927,534

E' stata sistemata la strada silvo pastorale Corno di Lavezzo-Lezza, della lunghezza di 1,5 Km mediante scavo di sbancamento per allargamento della sede stradale, livellamento e sistemazione del fondo. E' stato necessario realizzare un muro in sassi e calcestruzzo armato, con posa di idonei parapetti in legno, nonché palificate a parete doppia in legname e pietrame (foto 7 e 8). Posa di canalette per il deflusso delle acque meteoriche. Taglio della vegetazione ingombrante ed idrosemina delle superfici messe a nudo dagli scavi.



Foto 5, 6, 7, 8, documentazione fotografica area d'intervento.



Figura 1 e 2, inquadramento territoriale lotto Malonno, Paisco-Loveno. Figura 1, località Valli di S. Antonio e Forni di Loveno (Comune di Paisco L.); figura 2, località Malga di Campolungo, (Comune di Malonno).



Comune. Niardo

Consorzio Forestale. Pizzo Badile

Direzione lavori - redazione progetto di taglio. Dott. for.le Mauro Benigni

Particelle assestamentali n. 24 – 25 – 26 – 27 - 28

Descrizione del soprassuolo. L'area d'intervento si estende in una fascia compresa tra i 550 m e 1.080 m di quota e si colloca lungo la strada silvo-pastorale che da Niardo conduce alla località Madonnina e quindi agli alpeggi di Ferone e Campedelli.

Le tipologie forestali presenti nelle diverse particelle sono le seguenti:

- ✓ abietetto dei substrati silicatici tipico. Particella forestale n. 24, 25, 26;
- ✓ pecceta di sostituzione. Particella forestale n. 27, 28.

Tipologia d'intervento. Intervento di riordino strutturale del soprassuolo forestale volto a costituire un piano dominante composto da soggetti con buone caratteristiche fenologiche e creare le condizioni necessarie a favorire l'affermazione della rinnovazione naturale, principalmente di abete bianco.

Nella particella forestale n. 27, taglio di preparazione volto a favorire l'affermazione della tipologia forestale potenziale e l'eliminazione di un tratto di rimboschimento artificiale di larice.

Nelle altre particelle diradamento basso a scapito dei soggetti del piano dominato, principalmente abete rosso, nonché i soggetti lesionati al piede dalla caduta dei sassi.



Foto 1 e 2, soprassuolo boschivo dopo gli interventi di taglio e asportazione del materiale legnoso. Il taglio deve essere effettuato evitando di interessare il contrassegno applicato al colletto.

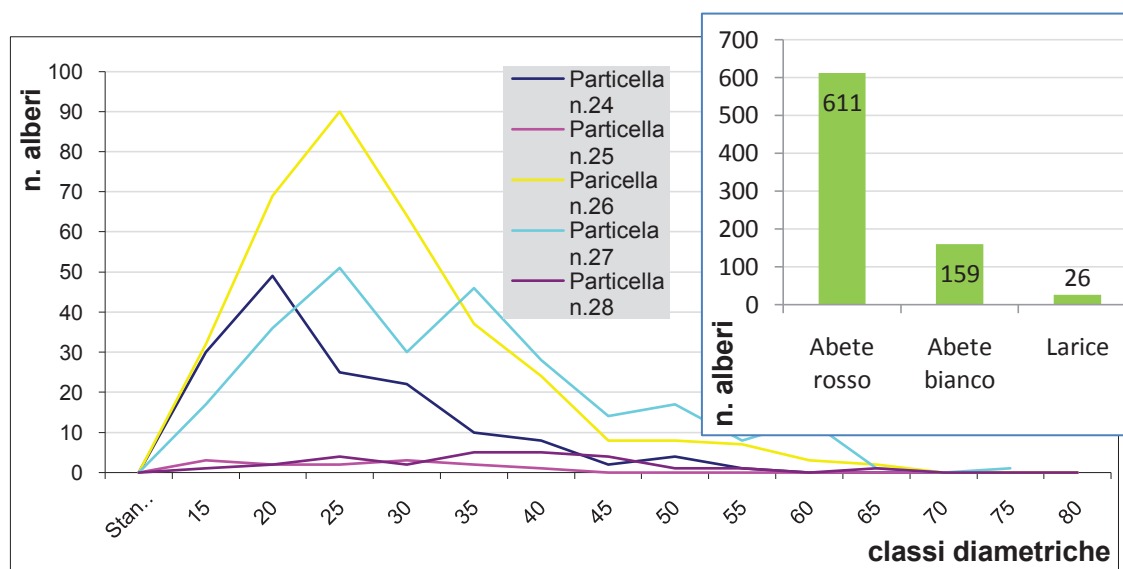


Grafico 1. Distribuzione diametrica di martellata; nel dettaglio le specie assegnate al taglio (dati di progetto, assegni suppletivi esclusi).

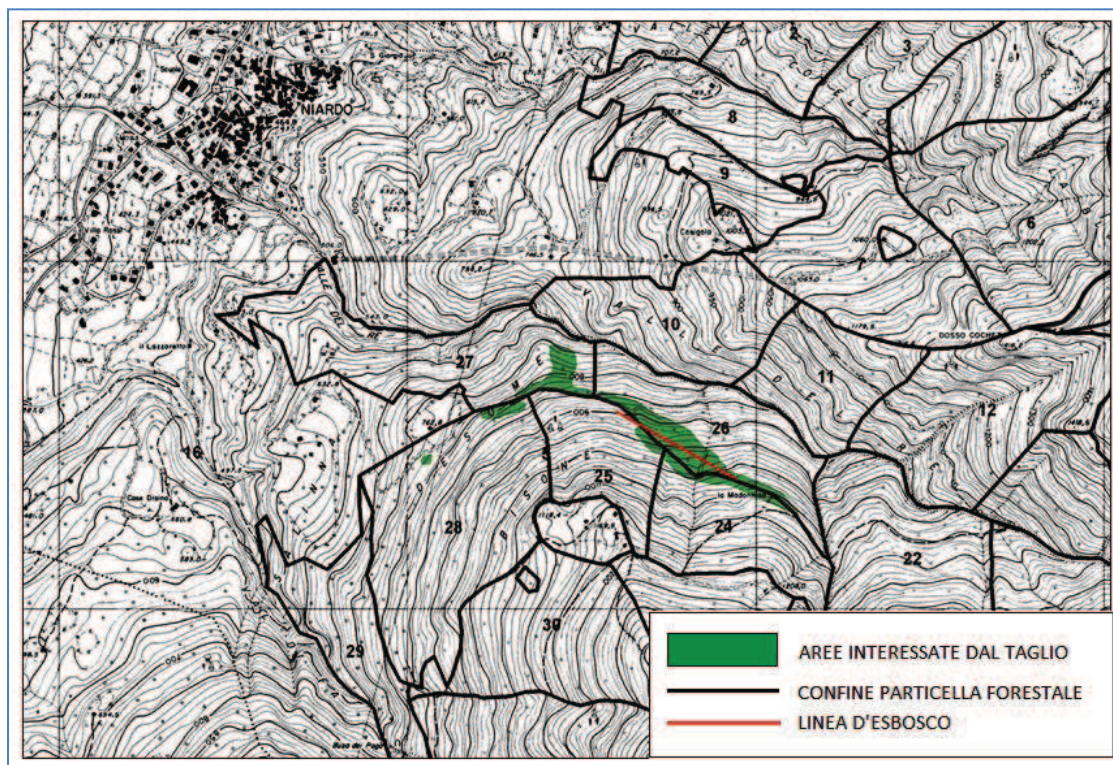


Figura 1, inquadramento territoriale lotto boschivo Niardo.

Modalità di esbosco. Le operazioni di esbosco hanno richiesto per gli alberi della sola particella forestale n. 26, l'installazione sulla medesima di un impianto blonden (gru a cavo). Per le altre particelle il recupero del materiale legnoso è avvenuto mediante trattore con verricello e avvallamento manuale sull'adiacente strada silvo-pastorale.

Cronoprogramma. Inizio lavori, 10 dicembre 2007 / fine lavori, 27 febbraio 2008.

Quadro economico.

Importo progetto €	Tonnellate biomassa	Importo biomassa 60 €/t	Tonnellate opera	Prezzo unitario opera €/t	Importo opera	Importo totale	Importo lavori €/t	Importo totale lavori ¹
49.931	482	28.927	184	98,70	18.180	47.107	74,80	64.637

¹ Comprensivo di: importo lavori, oneri per la sicurezza, IVA 20% su oneri e lavori, spese tecniche Comunità Montana (2%) e spese tecniche Consorzio Forestale (7%).



Foto 3 e 4, legname da opera e materiale da biomassa.

Progetto di riutilizzo introiti. Il Comune di Niardo e il Consorzio Forestale Pizzo Badile hanno deciso di destinare gli introiti derivanti dalla vendita del materiale da biomassa e del legname da opera, pari ad € 32.401 , ad interventi di bonifica dei soprassuoli forestali e della viabilità agro-silvo-pastorale, danneggiati a seguito della tromba d'aria verificatasi la notte del 1° agosto 2008.

Stato di fatto pre-intervento. In seguito alla tromba d'aria si sono verificati numerosi schianti e sradicamenti di alberi nelle particelle forestali n. 7-10-28-29-30-31-32 e danni sulle medesime alla viabilità agro-silvo-pastorale. Lo sradicamento degli alberi ha colpito principalmente le seguenti strade:

- ✓ strada comunale del Dosso-Bisone. Circa 20 ml di carreggiata non cumulativi, per una larghezza variabile da 1 a 1,7m sono stati interessati da movimenti franosi nonché dalla caduta da monte di vario materiale sia terroso che lapideo (anche di grosse dimensioni) e soprattutto ceppaie di alberi sradicati;
- ✓ strada comunale dei Frà. L'intero tracciato è stato interessato dallo sradicamento di numerose piante e dalla caduta di vario materiale sia terroso che lapideo. Il movimento del materiale a valle della strada ha comportato notevoli lesioni ai muri di sostegno, rendendo completamente inagibile la strada;
- ✓ strada comunale Spiass de Fedrig. Lo schianto degli alberi ha reso necessario la realizzazione di opere di sostegno in alcuni tratti a valle della carreggiata.

Nel corso della primavera 2009 le particelle forestali n. 28-29-30 sono state bonificate. In seguito, grazie all'intervento di volontari, è stata parzialmente ripristinata la viabilità lungo la strada comunale del Dosso-Bisone e in parte anche in quella di Spiass de Fedrig.

Interventi realizzati. Per quanto riguarda la strada comunale dei Frà si è proceduto alla bonifica delle particelle forestali n. 30 e 31 mediante l'abbattimento e allontanamento degli alberi spezzati, in modo tale da consentire l'apertura della strada. Poi gli interventi si sono concentrati sul ripristino della viabilità, in particolare:

- ✓ all'allontanamento del materiale franato sulla carreggiata;
- ✓ al ripristino di un tratto di muro di sostegno della strada;
- ✓ al recupero di due piccole aree franate a monte della strada mediante realizzazione di due tratti di scogliera;
- ✓ al rifacimento di un tratto di selciato.

Infine per quanto riguarda la strada che conduce in località Bisone, sono stati ripristinati due tratti di staccionata distrutti dagli alberi sradicati.



Foto 5, 6, documentazione fotografica area colpita dalla tromba d'aria.

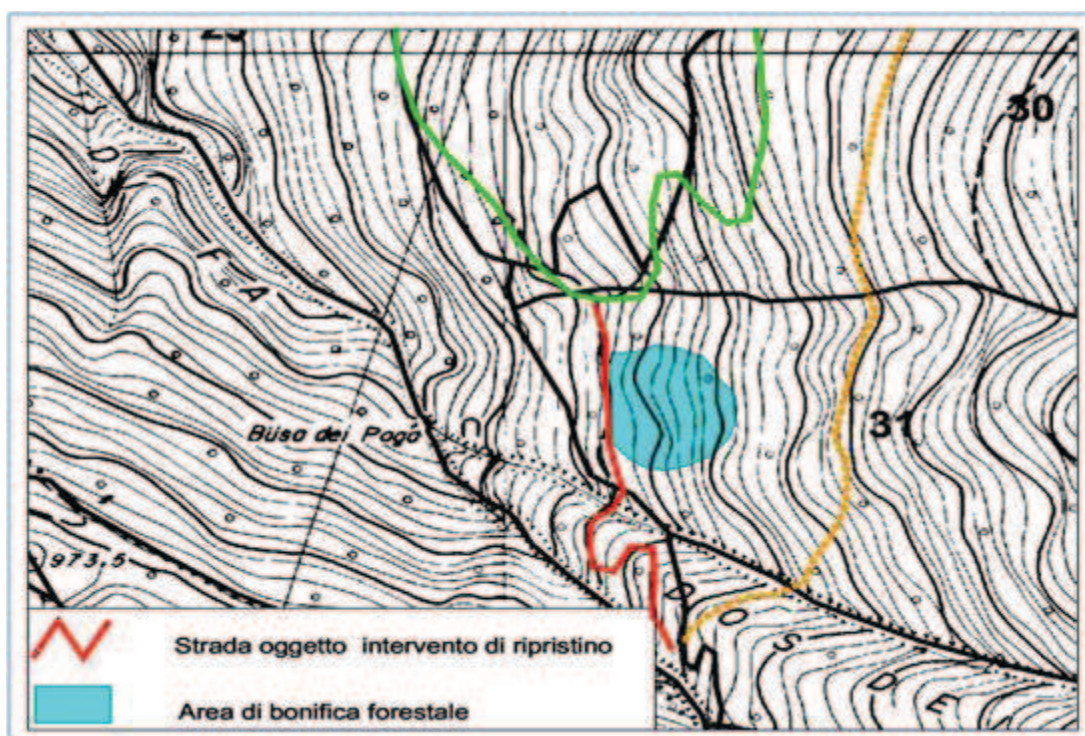


Figura 2, inquadramento territoriale progetto riutilizzo introiti.



Comune. Braone

Consorzio Forestale. Pizzo Badile

Direzione lavori - redazione progetto di taglio. Dott. for.le Mauro Benigni

Particelle assestamentali n. 1- 6 – 9 – 10 – 11 – 15 - 17

Descrizione del soprassuolo. Le aree d'intervento si collocano sulla sinistra orografica della Val Paghera, in una fascia altimetrica compresa tra 890 m e 1.100 m circa di quota.

Le tipologie forestali presenti nelle diverse particelle sono le seguenti:

- ✓ pecceta montana dei substrati silicatici dei suoli xerici. Particella for.le n. 1, 6, 9, 11;
- ✓ pecceta montana dei substrati silicatici dei suoli mesici. Particella for.le n. 10, 15;
- ✓ castagneto dei substrati silicatici dei suoli mesoxerici. Particella for.le n. 17.

Le aree interessate al taglio sono caratterizzate da pendenze spesso elevate e dalla presenza di balze rocciose che alimentano continui scivolamenti di materiale che danneggia le piante presenti.

Tipologia d'intervento. Diradamento basso dei soprassuoli giovani con finalità di riordino colturale a scapito dei soggetti sottomessi, rilasciando quelli maturi e particolari dal punto di vista fenologico.

Taglio selettivo per pedali dei soggetti bostricati e/o deperenti.

Taglio selettivo per pedali dei soggetti posti nelle vicinanze della strada agro-silvo-pastorale che manifestano segni di instabilità meccanica.



Foto 1 piante da abbattere contrassegnate con vernice spray rossa, particella forestale n. 11.
Foto 2, documentazione fotografica area d'intervento.

Modalità di esbosco. Il lotto boschivo è servito dalla viabilità agro-silvo-pastorale, per cui le operazioni di esbosco sono avvenute mediante avvallamento manuale nelle aree poste a monte della strada, mentre per quelle poste a valle, mediante l'impiego di verricello montato su trattore.

Cronoprogramma. Inizio lavori, 19 maggio 2008 / fine lavori, 18 luglio 2008.

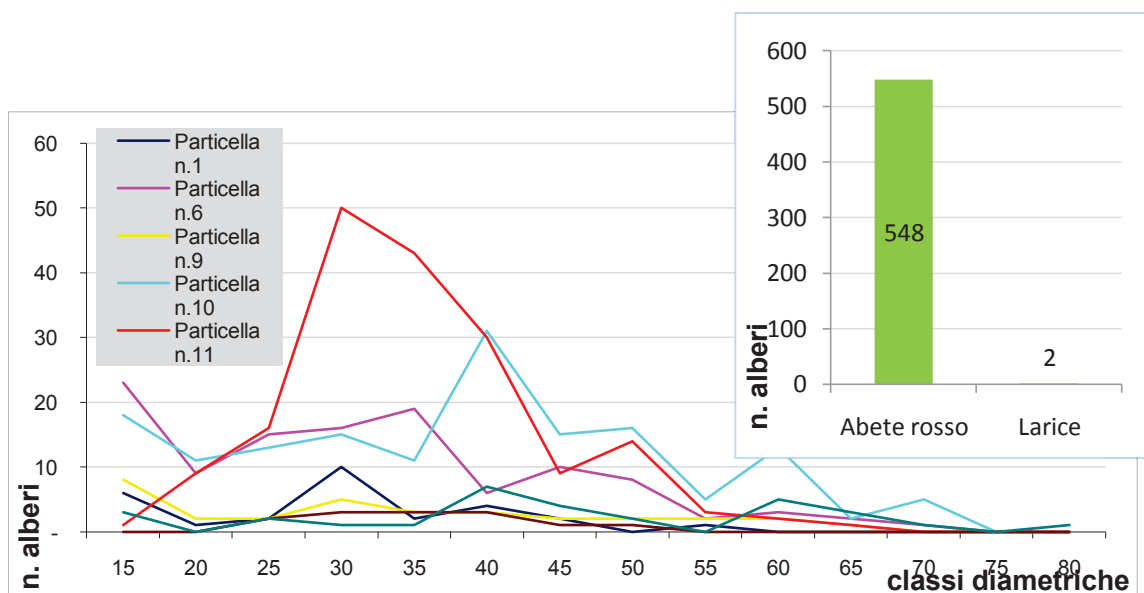


Grafico 1. Distribuzione diametrica di martellata; nel dettaglio le specie legnose assegnate al taglio (dati di progetto, assegni suppletivi esclusi).

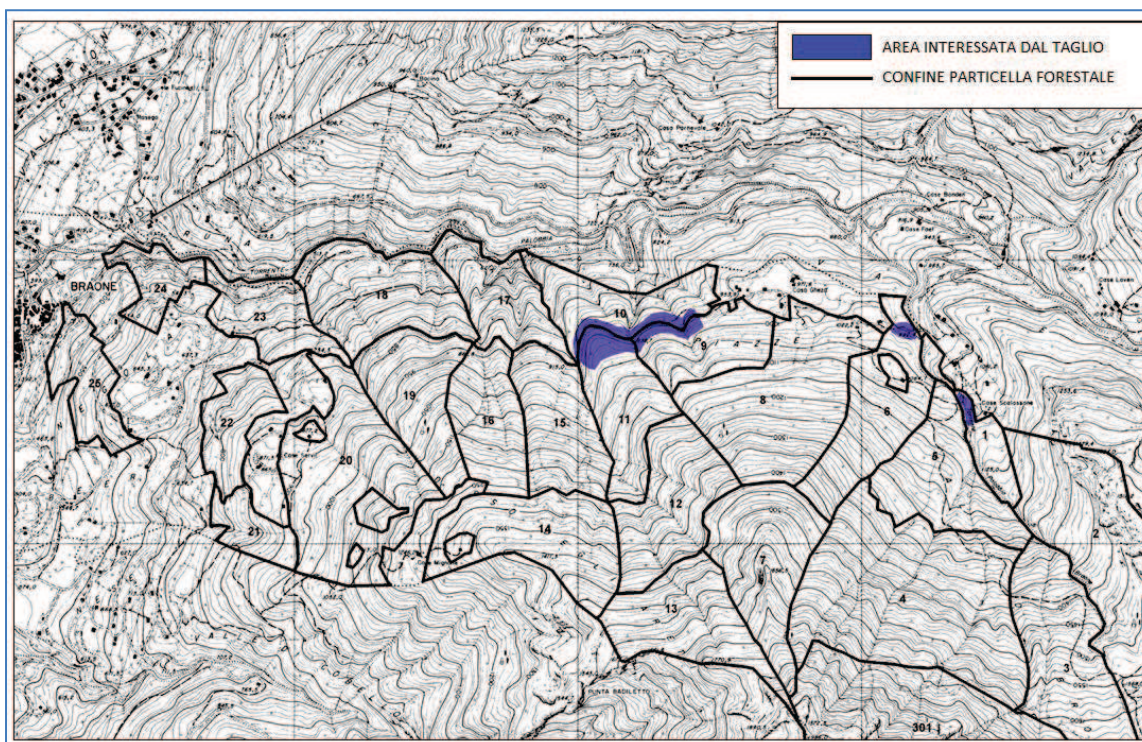


Figura 1, inquadramento territoriale lotto boschivo Braone.

Quadro economico.

Importo progetto €	Tonnellate biomassa	Importo biomassa 60 €/t	Tonnellate opera	Prezzo unitario opera €/t	Importo opera	Importo totale	Importo lavori €/t	Importo totale lavori ¹
50.069	220	13.210	243,6	80,10	19.501	32.712	85,50	52.431,63

¹ Comprensivo di: importo lavori, oneri per la sicurezza, IVA 20% su oneri e lavori, spese tecniche Comunità Montana (2%) e spese tecniche Consorzio Forestale (7%).

Progetto di riutilizzo introiti. La vendita del legname ha permesso di incamerare introiti per € 30.350,22 che sono stati destinati dal Consorzio Forestale Pizzo Badile, su proposta del Comune di Braone, ad interventi nel comune medesimo, di manutenzione straordinaria di alcune strade silvo-pastorali, oltre al cofinanziamento di un intervento di miglioramento forestale a carico della particella forestale n. 22.

Stato di fatto pre-intervento. La strada silvo-pastorale di Poia si estende parallela al torrente Palobbia e consente dall'abitato di Braone, di giungere sino alla presa dell'acquedotto comunale. Il primo tratto di strada è alquanto ripido e alterna tratti di fondo stradale asfaltato a tratti con selciato ad altri con fondo naturale. Il fondo stradale si presentava in alcuni tratti molto eroso nonostante la presenza di canalette trasversali per l'allontanamento delle acque di scorrimento superficiali, rendendo difficoltoso il passaggio con automezzi. La strada silvo-pastorale di Piazza nel tratto in corrispondenza della chiesetta, nonostante la presenza di due strisce di asfalto, presentava il fondo stradale fortemente eroso. Infine il fondo dissestato della strada Piazza-Foppe, soprattutto dopo l'ultima baita, in corrispondenza di un cambio di pendenza, rendeva difficoltoso il transito dei mezzi. Poco più avanti, la presenza di una nicchia di frana, ostacolava il transito pedonale.

Interventi realizzati. Gli interventi hanno consentito di migliorare il fondo delle tre strade realizzando dei tratti in selciato. Lungo la strada di Poia l'intervento di selciatura del fondo ha riguardato 3 tratti ben definiti (figura n. 2), per complessivi 91 ml di carreggiata. Inoltre sono state posizionate due canalette trasversali per permettere il deflusso delle acque superficiali e sostituiti due tratti di staccionate per complessivi 20 ml. Lungo la strada di Piazza, in corrispondenza della chiesetta, sono stati realizzati 35 ml di pavimentazione stradale mediante la posa di selciato. Lungo la strada di Piazza-Foppe è stato realizzato un selciato per 47 ml ed in corrispondenza della nicchia di frana sono stati posizionati 15 ml di staccionata in legname (figura n. 3).



Foto 3 (sopra a destra) e 4 strada di Poia, intervento n. 1 e intervento n. 3. Foto 5, strada di Piazza, intervento n.4.



Foto 6, strada di Poia, intervento n.2.
Foto 7, strada di Piazza-Foppe, intervento n.5.

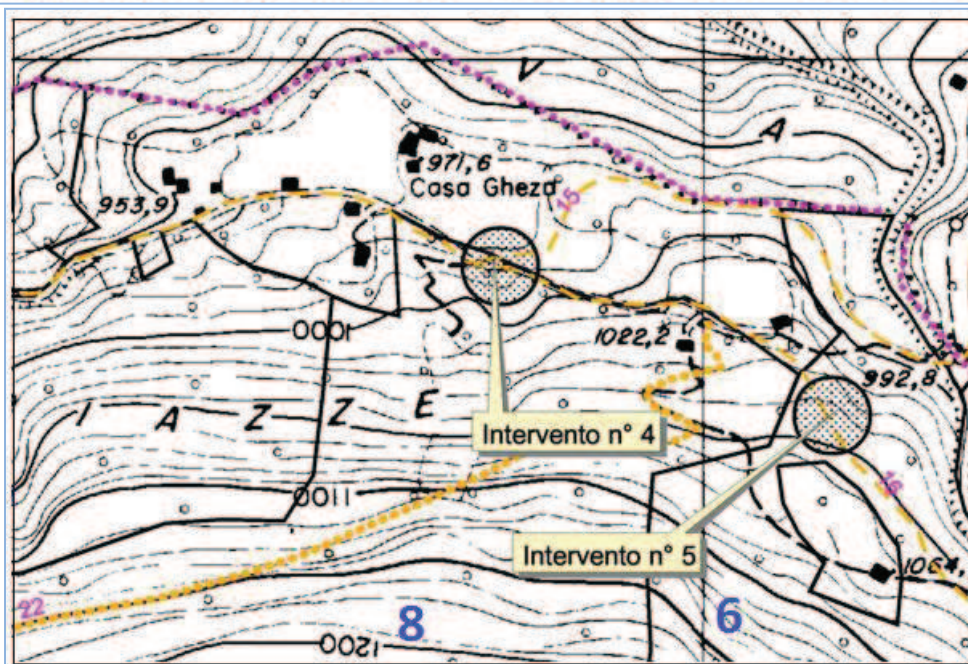
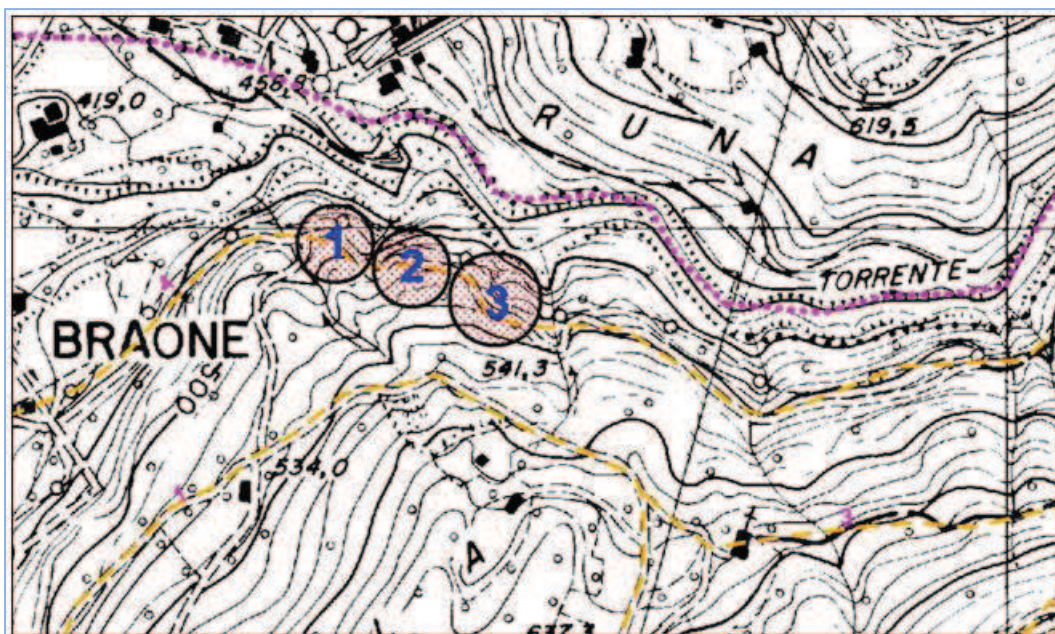


Figura 2, inquadramento territoriale strada silvo-pastorale di Poia. Figura 3, inquadramento territoriale strada di Piazza, intervento n.4 e strada silvo-pastorale di Piazza-Foppe, intervento n. 5.



Comune. Angolo Terme

Consorzio Forestale. Pizzo Camino

Direzione lavori - redazione progetto di taglio. Dott. for.le Marco Sangalli

Particelle assestamentali n. 4 – 5 - 6

Descrizione del soprassuolo. Le particelle forestali 4, 5 e 6 sono localizzate al di sopra degli abitati di Terzano e Mazzunno in una fascia altitudinale compresa tra i 500 e 1.000 m sl.m. A seguito della tromba d'aria verificatasi nell'estate 2003, nelle aree oggetto d'intervento si sono verificati numerosi schianti di piante, in prevalenza di abete rosso. La scarsa accessibilità delle particelle e gli elevati costi di utilizzazione, hanno impedito il pronto intervento di allontanamento del materiale atterrato, favorendo lo sviluppo esponenziale di popolazioni di insetti xilofagi (bostrico). Quest'ultime, cresciute esponenzialmente di numero, hanno potuto attaccare gli alberi sani presenti nell'intorno, creando veri e propri focolai d'infestazione e causando il disseccamento di numerose piante di abete rosso.

Tipologia d'intervento. Sgombero dalle piante schiantate dalla tromba d'aria e da quelle morte in conseguenza delle infestazioni fitosanitarie ad opera del bostrico tipografo. Le operazioni di sgombero del materiale legnoso non hanno richiesto l'adozione di particolari tecniche di difesa quali la scortecciatura o l'aspersione dello stesso con sostanze insetticide, in quanto lo scolitide aveva già da tempo abbandonato l'area.



Foto 1 e 2, situazione soprassuolo boschivo prima e dopo le operazioni di taglio. Nella foto 2, particolare del cavo per la linea aerea d'esbosco.

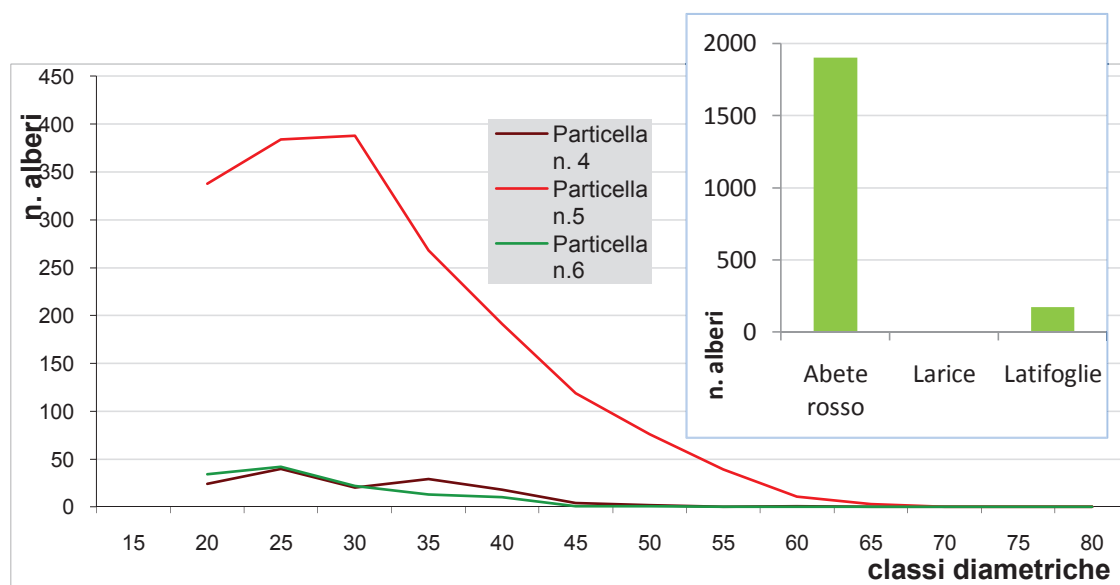


Gráfico 1. Distribuzione diametrica di martellata; nel dettaglio le specie legnose assegnate al taglio (dati di progetto, assegni suppletivi esclusi).

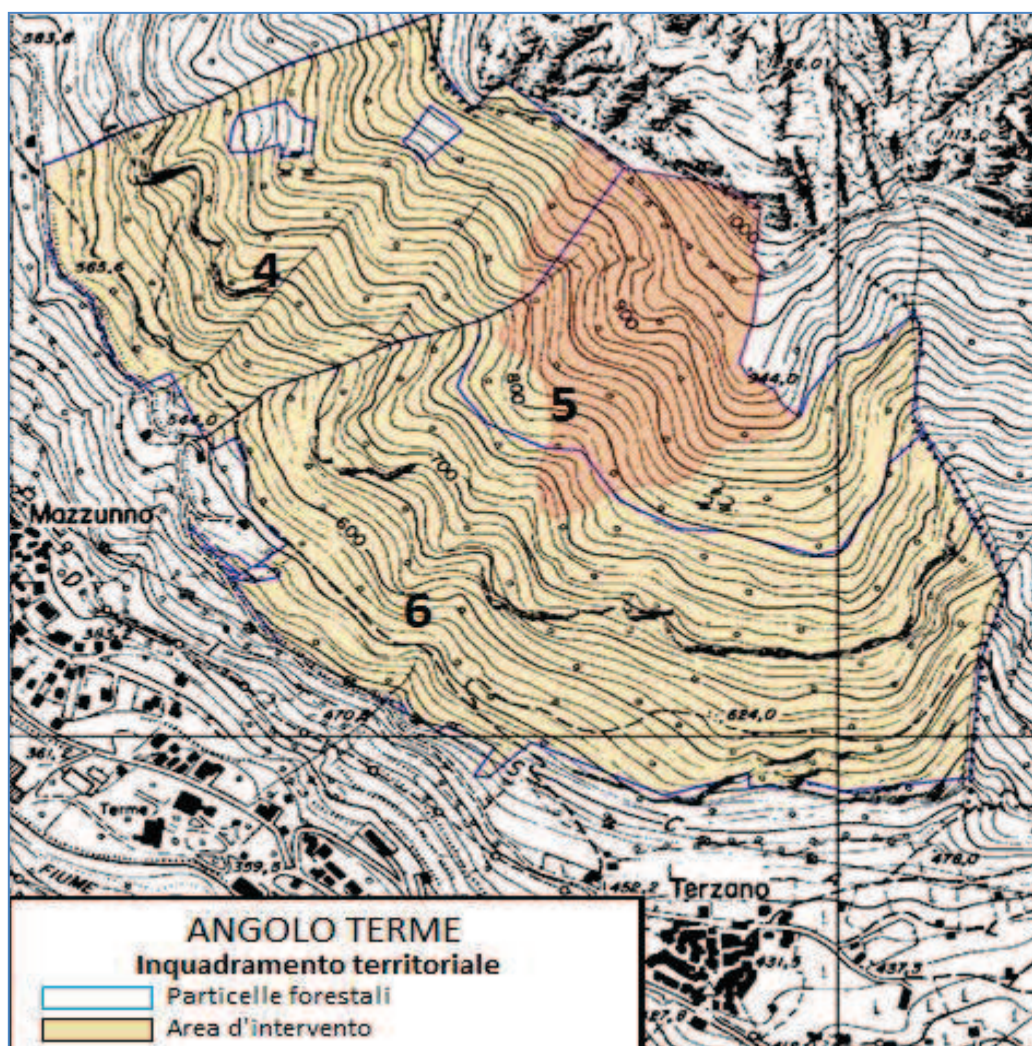


Figura 1. Inquadramento territoriale lotto boschivo Angolo Terme.

Modalità di esbosco. L'esbosco del materiale è avvenuto mediante avvallamento manuale, verricello forestale e con l'impiego di teleferica, con stazione di scarico del legname lungo la strada trattorabile Terzano– San Giovanni. Da qui, mediante trattore forestale e camion e dopo una prima cernita qualitativa, il legname è stato trasportato a Sellero presso il deposito della società Legno Energia; il legname costituito da tronchi di qualità scadente, è stato cippato e venduto alla centrale di teleriscaldamento di Sellero.

Cronoprogramma. Inizio lavori, 28 agosto 2007 / fine lavori, 30 maggio 2008.

Quadro economico.

Importo progetto €	Tonnellate biomassa	Importo biomassa 60 €/t	Tonnellate opera	Prezzo unitario opera €/t	Importo opera	Importo totale	Importo lavori €/t	Importo totale lavori ¹
99.998,70	805,92	48.355	0,00		0,00	48.355	116	121.983

¹ Comprensivo di: importo lavori, oneri per la sicurezza, IVA 20% su oneri e lavori, spese tecniche Comunità Montana (2%) e spese tecniche Consorzio Forestale (7%).

Progetto di riutilizzo introiti. Gli introiti derivanti dal taglio di bonifica delle particelle forestali n. 4-5-6, pari ad € 26.350,72 sono stati destinati dalla Comunità Montana di Valle Camonica e dal Comune di Angolo Terme per le opere di sistemazione della strada silvo-pastorale Angolo Terme-Vareno.

L'infrastruttura si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 5,8 km, pendenza media del 15/16% e collega la località "Magati" (470 m sl.m.) nel Comune di Angolo Terme, con la località Colle di Vareno (1.370 m sl.m.). La strada, ai sensi della **direttiva relativa alla viabilità locale di servizio all'attività agro-silvo-pastorale** (d.g.r. n. VII/14016 del 8 agosto 2003) è ascrivibile alla tipologia delle infrastrutture agro-silvo-pastorali ed è classificata secondo il Piano di Assestamento del Comune di Angolo Terme come strada transitabile da trattori con materiale a strascico.

Stato di fatto pre-intervento. La strada è caratterizzata da una piattaforma con larghezza media di 2,50/3,00 m e varie tipologie di pavimentazione: nel tratto iniziale selciato a secco, in quello intermedio piste in asfalto/calcestruzzo con interposto selciato a secco e fondo naturale nel tratto finale. Inoltre sono presenti cunette trasversali per la regimazione delle acque superficiali e saltuariamente a sostegno delle scarpate, murature in pietrame a secco e in pietrame e malta.

La strada Angolo Terme–Vareno riveste in ambito comprensoriale una notevole importanza in quanto:

- ✓ consente l'accesso a numerose proprietà sia pubbliche (boschi, pascoli, malghe), che private (prati, fabbricati rurali, boschi);
- ✓ consente l'accesso alle proprietà agro-silvo-pastorali della Valle di Scalve;
- ✓ permette il raggiungimento della località "Colle di Vareno", rinomato centro turistico con impianti di risalita e punto di partenza per numerose escursioni di media e bassa quota.

Interventi realizzati. Gli interventi di manutenzione straordinaria si sono concentrati nei tratti dove le condizioni della strada rendevano difficoltoso e pericoloso il transito di questa infrastruttura.

L'intervento 1 ha riguardato un tratto con fondo incoerente e ad elevata pendenza, 19/20%, ed è consistito nella pavimentazione del fondo stradale, riproponendo la tipologia già presente a monte e a valle, costituita da strisce di calcestruzzo con interposto selciato in pietrame e malta; inoltre sono stati realizzati dei deviatori trasversali per lo sgrondo delle acque superficiali.

L'intervento 2 è consistito nella realizzazione nella parte di valle della carreggiata di una muratura in pietrame e malta con sovrastante staccionata in legno, che ha consentito di eliminare il fenomeno dell'abbassamento e dell'erosione del piano stradale.

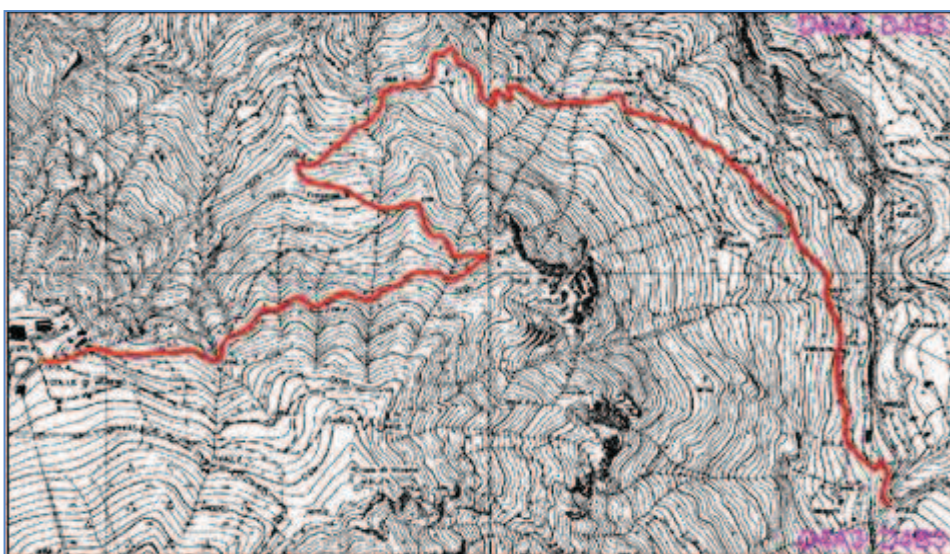


Figura 2. Inquadramento territoriale strada Angolo Terme-Colle di Varena.



Foto 3, intervento n.1. Situazione del fondo stradale prima dei lavori di pavimentazione. Foto n. 4, tipologia di pavimentazione presente a valle della zona di intervento. Foto n. 5, intervento n. 2.



Comune. Civate Camuno

Consorzio Forestale. Bassa Valle Camonica

Direzione lavori – redazione progetto di taglio. Dott. for.le Mauro Benigni

Particella assestamentale n. 4

Descrizione del soprassuolo. Il soprassuolo forestale è riconducibile a una pecceta montana dei substrati silicatici dei suoli mesici. Nella parte inferiore della particella il soprassuolo è caratterizzato da una netta prevalenza di abete rosso a cui si associano singoli soggetti di larice, mentre nella porzione superiore il larice è presente a gruppi; presenza di abete bianco nelle aree a maggiore umidità, sia edafica che atmosferica, principalmente verso il confine della proprietà di Civate Camuno.

L'area d'intervento interessa una fascia compresa tra i 1.470 e i 1.600 m di quota e si colloca a monte della strada agro-silvo-pastorale, che da località Campolaro porta prima alla malga Cogolo, poi alla malga Prato.

Tipologia d'intervento. Diradamento alto e taglio saltuario per pedali volto a ridurre la densità del soprassuolo forestale al fine di favorire un migliore sviluppo dei soggetti rilasciati e costituenti il piano dominante del soprassuolo (riordino culturale).



Foto 1 e 2, documentazione fotografica del soprassuolo forestale dopo le operazioni di taglio.

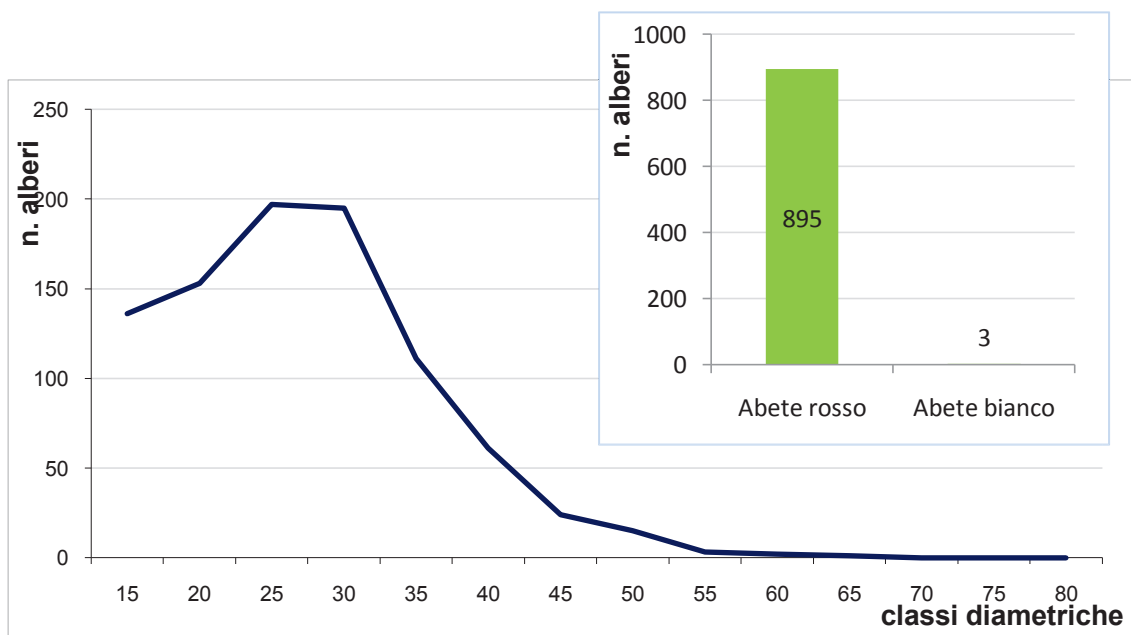


Grafico 1. Distribuzione diametrica di martellata; nel dettaglio le specie legnose assegnate al taglio (dati di progetto, assegni suppletivi esclusi).

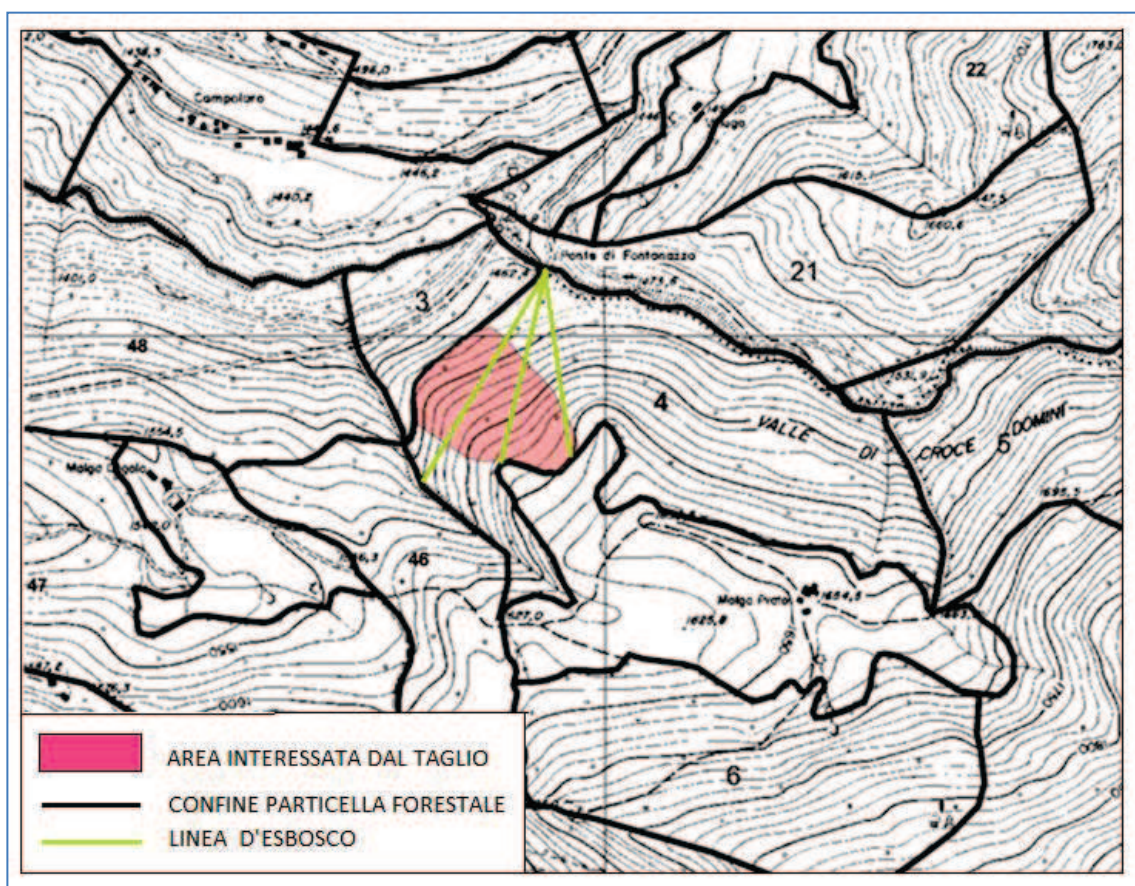


Figura 1. Inquadramento territoriale lotto boschivo Civate Camuno.

Modalità di esbosco. L'esbosco del legname è avvenuto in parte mediante avvallamento manuale e verricello, mentre nella parte superiore dell'area di intervento sono stati installati 3 impianti di gru a cavo (linea blonden), che hanno permesso il trasporto di legname dalla località Malga Prato alla località Ponte di Fontanazzo nel Comune di Prestine. Da qui il legname è stato trasportato mediante trattore e camion a Sellero, presso il deposito della società Legno Energia.

Cronoprogramma. Inizio lavori, 17 marzo 2008 / fine lavori, 28 maggio 2008.

Quadro economico.

Importo progetto €	Tonnellate biomassa	Importo biomassa 60 €/t	Tonnellate opera	Prezzo unitario opera €/t	Importo opera	Importo totale	Importo lavori €/t	Importo totale lavori ¹
49.999,90	666,56	39.993,60	74,56	84,20	6.276	46.269,78	74,10	70.754

¹ Comprensivo di: importo lavori, oneri per la sicurezza, IVA 20% su oneri e lavori, spese tecniche Comunità Montana (2%) e spese tecniche Consorzio Forestale (7%).

Progetto di riutilizzo introiti. L'introito netto derivato dalla vendita del materiale da biomassa e del legname per segheria, conseguito nell'ambito del progetto di "Miglioramento strutturale dei soprassuoli della Valle Camonica finalizzato al potenziamento della filiera bosco – legno –energia", pari a € 25.587,78, è stato interamente destinato dall'Amministrazione Comunale di Civate Camuno ad un intervento di manutenzione straordinaria lungo parte della strada agro-silvo-pastorale " ss 345 - Malga Rondenino di mezzo", in Comune di Bienno.

Stato di fatto pre-intervento. La strada al momento dell'esecuzione dei lavori è inserita in III classe di transitabilità, tale cioè da consentire il transito a trattori di piccole dimensioni. La strada estendendosi per 1.430 metri, collega la ss 345 (nei pressi del Lago di Làvena, a quota 2.000 m s.l.m.), con Malga Rondenino di mezzo (1.845 m s.l.m.), servendo circa a metà tragitto anche Malga Rondenino alto (1.949 m s.l.m.), entrambe di proprietà del Comune di Civate Camuno.

Interventi realizzati. Il progetto riguarda unicamente il tratto di strada compreso tra la strada statale n. 345 e Malga Rondenino alto e consiste in interventi di:

- ✓ rifacimento del fondo stradale mediante selciati in pietrame annegati nel getto di calcestruzzo;
- ✓ contenimento terre mediante la realizzazione di muri di sostegno;
- ✓ regimazione idraulica delle acque di scorrimento superficiali mediante la posa di canalette in guard-rail;
- ✓ allargamento dei tornanti iniziali per consentire il transito anche a trattori con rimorchio.



Foto 3 e seguenti, documentazione fotografica degli interventi realizzati nell'ambito del progetto riutilizzo introiti.



Comune. Artogne

Consorzio Forestale. Bassa Valle Camonica

Redazione progetto di taglio. Dott. for.le Gianfranco Gregorini

Direzione lavori. Dott. for.le Mauro Benigni

Particelle assestamentali n. 7 - 8

Descrizione del soprassuolo. Le particelle forestali n. 7 e 8 interessano una fascia compresa tra 800 e 1.300 m di quota; si collocano nei pressi della Valle di Bassinale e Bassinaletto, a valle della strada che collega la località Plan di Montecampione, Prato Secondino e Montecampione 2. Entrambe sono ascrivibili nella tipologia forestale dei piceo-faggeti dei substrati silicatici.

Nella particella forestale n. 7 rilevante è la presenza di abete bianco sul dosso centrale e negli impluvi e di larice in prossimità di chiarie e spazi aperti; faggio con buon portamento. Grado di copertura quasi ottimale, struttura piuttosto diversificata, a tratti multiplana; incremento e sviluppo molto buoni. Rinnovazione diffusa di abete bianco sia a piccoli gruppi che sparsa.

Anche nella particella forestale n. 8 significativa è la presenza dell'abete bianco negli impluvi e sul versante, mentre aumenta il larice negli spazi aperti interni alla particella ed in prossimità di dossi e chiarie. La scarsa accessibilità impedisce un'adeguata valorizzazione delle elevate potenzialità produttive del soprassuolo. Rinnovazione di abete rosso e abete bianco sia a piccoli gruppi che sparsa, diffusa anche per il faggio.

Tipologia d'intervento. Taglio saltuario a gruppi volto a favorire una diversificazione strutturale e la promettente rinnovazione presente.

Taglio selettivo per pedali dei soggetti deperiti, guasti e/o lesionati.



Foto1 e 2, documentazione fotografica del soprassuolo forestale al termine delle operazioni di taglio.

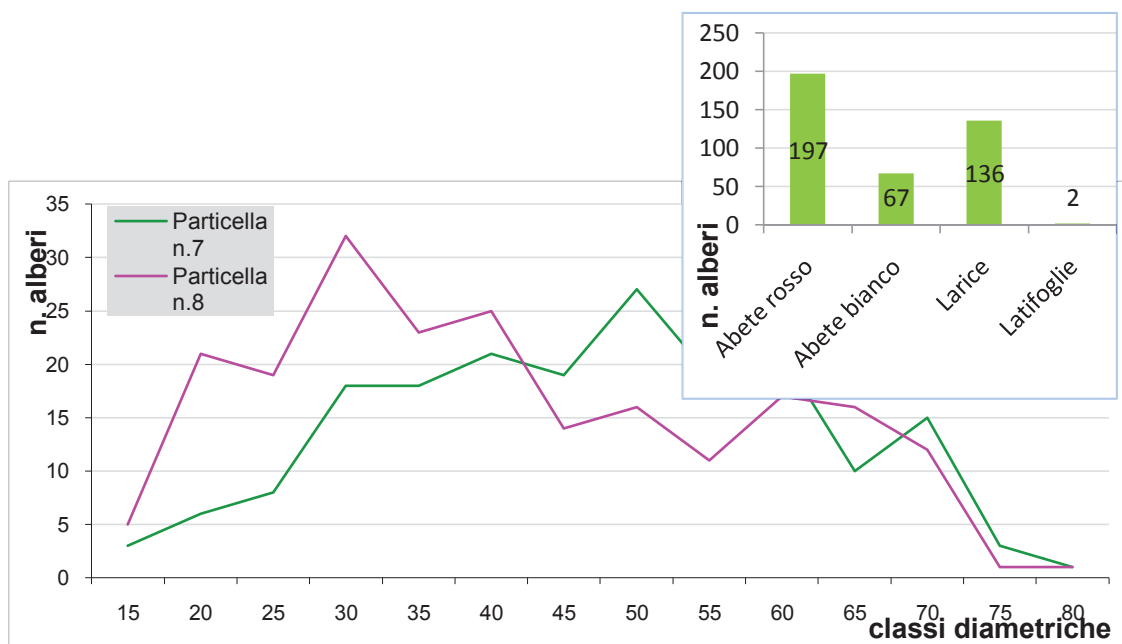


Grafico 1. Distribuzione diametrica di martellata; nel dettaglio le specie legnose assegnate al taglio (dati di progetto, assegni suppletivi esclusi).

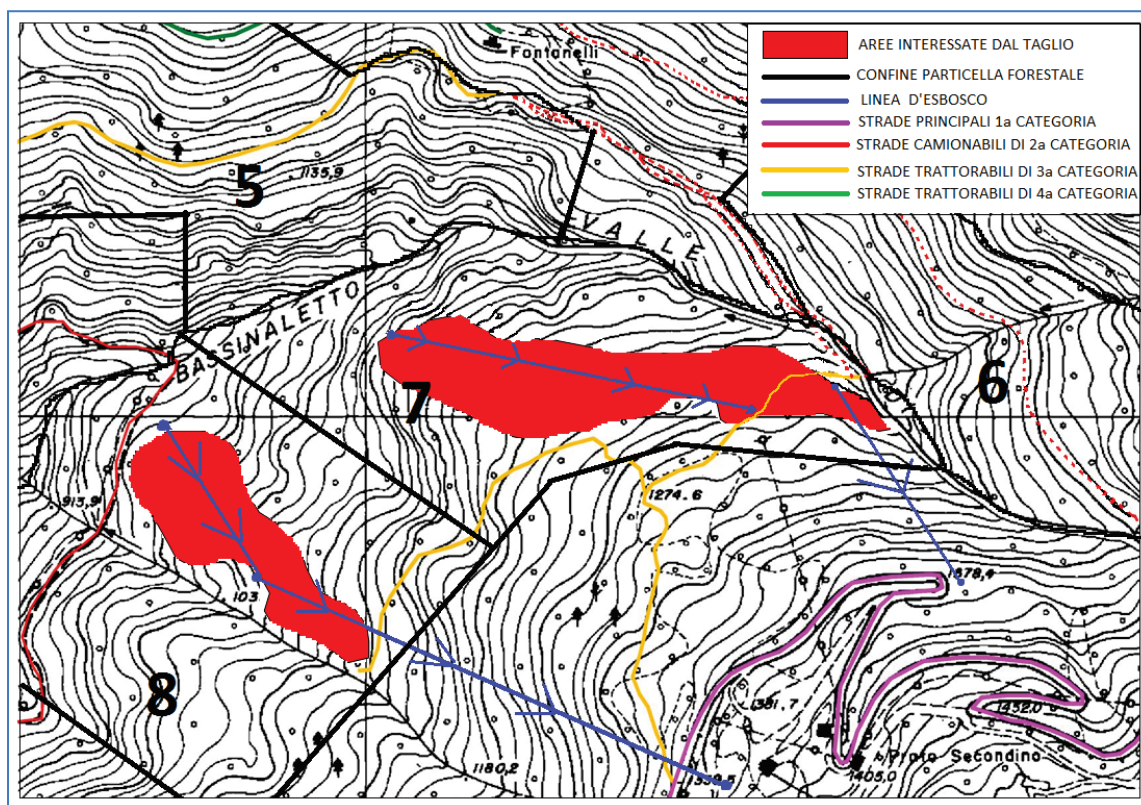


Figura 1. Inquadramento territoriale lotto boschivo Artogne.

Modalità di esbosco. L'esbosco è stato eseguito mediante l'installazione di 4 impianti di gru a cavo, tipo blonden (figura 1); parte del legname è stato concentrato sulla strada per Montecampione 2, a 1.340 m di quota, il restante sulla strada di accesso al bosco comunale. Utilizzando quest'ultima, che si snoda lungo i prati di proprietà

privata di Prato Secondino, il legname è stato trasportato e accatastato nei pressi della strada principale per Montecampione 2. Il legname è stato quindi selezionato in base alle caratteristiche tecnologiche in due cataste e trasportato a Sellero presso il deposito della società Legno Energia, dov'è stato pesato. Quindi si sono costituite le due cataste con qualità tecnologica differente: la prima, costituita da tronchi di qualità scadente, da destinarsi alla cippatura, la seconda con qualità discrete e buone, da destinarsi alle segherie.



Foto 3, particolare del carrello per la movimentazione del legname.

Foto 4, linea aerea d'esbosco.

Foto 5, promettente rinnovazione naturale nel soprassuolo boschivo interessato dalle operazioni di taglio.



Cronoprogramma. Inizio lavori, 1 ottobre 2007 / fine lavori, 23 ottobre 2007.

Quadro economico.

Importo progetto €	Tonnellate biomassa	Importo biomassa 60 €/t	Tonnellate opera	Prezzo unitario opera €/t	Importo opera	Importo totale	Importo lavori €/t	Importo totale lavori ¹
49.999,35	300,60	18.036	303,46	82,40	25.020	43.056	79,50	62.434

¹ Comprensivo di: importo lavori, oneri per la sicurezza, IVA 20% su oneri e lavori, spese tecniche Comunità Montana (2%) e spese tecniche Consorzio Forestale (7%).

Progetto di riutilizzo introiti. L'Amministrazione Comunale di Artogne di concerto con la Comunità Montana di Valle Camonica, ha deciso di destinare gli introiti incamerati dalla vendita del materiale da biomassa e del legname per segheria, pari a € 30.621,22, al finanziamento di parte del progetto concernente la realizzazione della strada agro-silvo-pastorale "Fontanelli-Valle di Bassinale" in Comune di Artogne.

Stato di fatto pre-intervento. Prima della realizzazione della strada agro-silvo-pastorale "Fontanelli-Valle di Bassinale", la Valle Bassinale era raggiungibile da località Fontanelli a mezzo di un sentiero pianeggiante, percorribile a piedi di larghezza media 0,5/1m, oppure dalla località Prato di Secondino a mezzo di una strada agro-silvo-pastorale che si diparte dalla strada asfaltata diretta a Montecampione 2.

Interventi realizzati. La strada realizzata si sviluppa per complessivi 336,4 m e sostituisce il sentiero che collegava località Fontanelli con Valle di Bassinale e che ora consente di collegare tra loro le località Fontanelli e Prato Secondino.

Durante i lavori di realizzazione della strada è stato necessario attraversare, a pochi metri dal punto di partenza di località Fontanelli, un'area interessata da fenomeni di dissesto idrogeologico. La bonifica di quest'area franosa di circa 400 m² ha comportato la costruzione di opere di sistemazione idraulico-forestale, in particolare gabbionate rinverdite. Quest'ultime, oltre a ridurre la pendenza, hanno consentito il naturale reinsediamento della vegetazione erbacea e arbustiva autoctona sulle superfici prive di coltre vegetale a causa dei frequenti distacchi e fenomeni gravitativi.

Attraversato questo punto critico, la realizzazione del tracciato stradale è proseguita in modo rapido e agevole. In sintesi le opere realizzate sono state le seguenti:

- ✓ scavi, anche in roccia, riporti, scarifiche, scoronamenti;
- ✓ inerbimento di tutte le aree private della vegetazione erbacea, mediante semina a spaglio manuale;
- ✓ realizzazione di gabbionate rinverdite con l'impiego di materiale lapideo reperito in loco per il consolidamento della frana a valle del tracciato stradale;
- ✓ realizzazione di muratura in pietrame e malta con l'impiego di materiale lapideo reperito in loco per il consolidamento della frana a monte del tracciato stradale;
- ✓ realizzazione di viminate e palificate per la regimazione delle acque in corrispondenza del corpo franoso o a sostegno di scarpate ove necessario;
- ✓ realizzazione di canalette longitudinali e trasversali per il corretto deflusso delle acque superficiali;
- ✓ taglio di vegetazione arborea o arbustiva ostacolante le operazioni inerenti la realizzazione della strada;
- ✓ posa di reti metalliche in aderenza da posarsi a monte del muro in pietrame da costruire per il consolidamento superficiale dell'area.



Foto 7 e 8, lavori di bonifica del corpo franoso. Foto 9, 10, 11, 12, area franosa post intervento. In particolare, foto 10, reti metalliche per il consolidamento dell'area.



Foto 11, muro in pietra. Foto 12, gabbionate a valle del tracciato stradale.



Foto 13, strada agro-silvo-pastorale "Fontanelli-Valle Bassinale".

Foto 14, canalette trasversali per agevolare il deflusso idrico e palificate per il sostegno del versante.

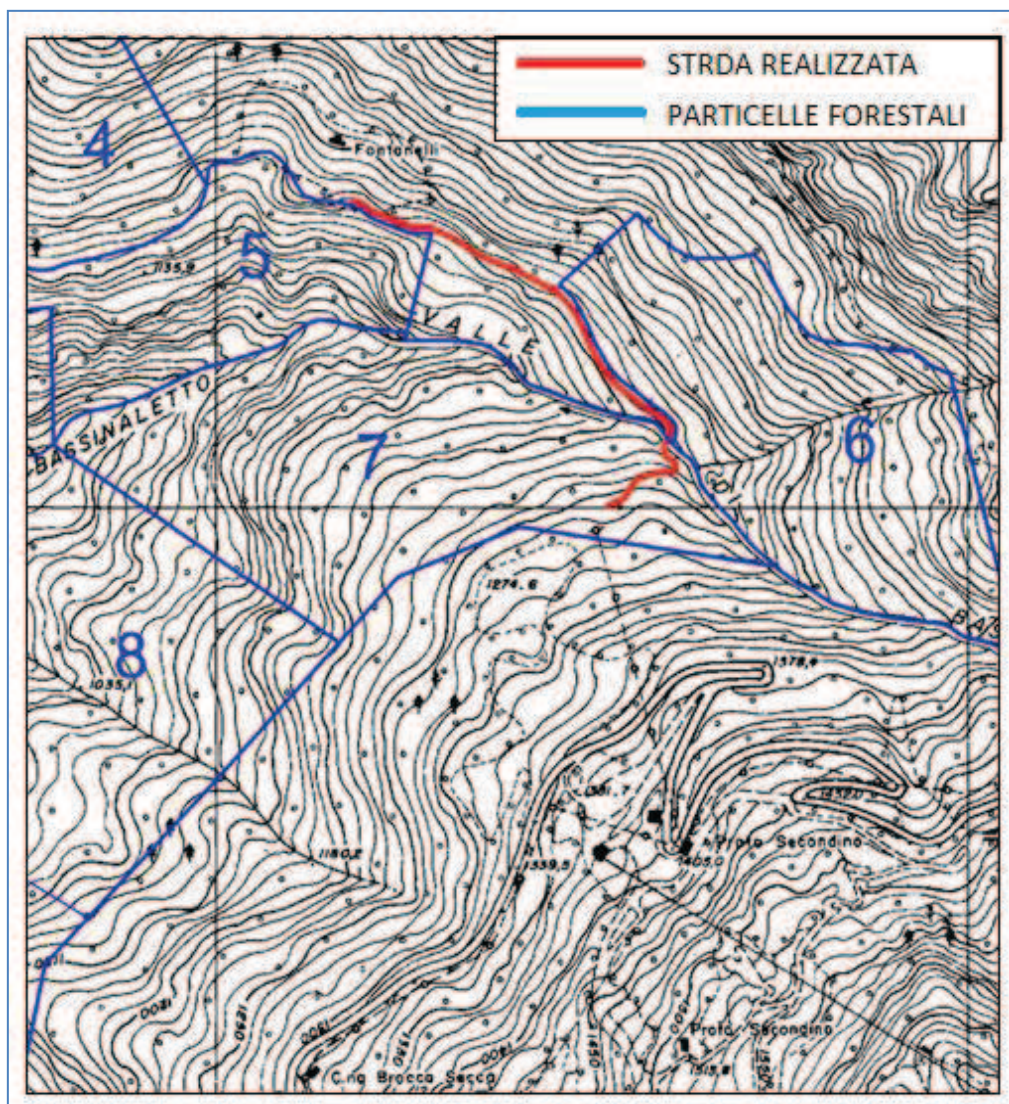


Figura 2. Inquadramento territoriale progetto riutilizzo introiti.

5. LE CENTRALI DI TELERISCALDAMENTO IN VALLE CAMONICA

5.1 Energia dalle biomasse

La produzione di energia da fonti rinnovabili e le tematiche ad essa connesse (efficienza e risparmio energetico), hanno assunto in questi ultimi anni una notevole importanza alla luce di:

- ✓ un aumento globale dei fabbisogni energetici e della domanda di combustibili fossili, associati ad una diminuzione della disponibilità delle fonti fossili;
- ✓ forte dipendenza del nostro paese dall'estero per quanto riguarda l'approvvigionamento dei combustibili fossili e di energia elettrica, rinuncia all'energia nucleare e carenze infrastrutturali (per es. rigassificatori e termovalorizzatori).

Le normative attualmente in vigore che regolano il settore delle energie rinnovabili sono la **direttiva europea RES (Renewable Energy Sources) n. 28 del 23 aprile 2009**, e in attuazione di quest'ultima il **decreto legislativo n. 28 del 3 marzo 2011**.

La Commissione europea ha fissato (articolo 3 della direttiva n.28/2009) come traguardo nel 2020 la quota del 20% di energia da fonti rinnovabili nel consumo finale lordo di energia; questo obiettivo è differenziato tra gli stati membri. In Italia il decreto legislativo 28/2011 (art.3) individua nel 17% la quota complessiva di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia, da perseguire con una progressione temporale coerente con le indicazioni dei Piani di azione nazionali per le energie rinnovabili.

Nel decreto l'energia da fonti rinnovabili è definita come: *energia proveniente da fonti rinnovabili non fossili, vale a dire energia eolica, solare, aerotermica, geotermica, idrotermica e oceanica, idraulica, biomassa, gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas*.

In dettaglio il provvedimento definisce la biomassa come *“la frazione biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui di origine biologica provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali),dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, comprese la pesca e l'acquacoltura, gli sfalci e le potature provenienti dal verde pubblico e privato, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani ”*.

La biomassa se utilizzata in modo sostenibile, in altre parole se il ritmo di impiego della stessa non eccede la capacità di rigenerazione delle formazioni vegetali, è una fonte di energia rinnovabile; il suo impiego può consentire la produzione di energia e calore limitando l'incremento di gas a effetto serra: le emissioni di anidride carbonica che si generano dalla combustione sono infatti pari a quelle assorbite dalle piante con la fotosintesi. La biomassa è una risorsa disponibile su tutto il territorio nazionale e può rappresentare un'interessante opportunità per sviluppare nicchie di mercato e generare nuova occupazione.

La valorizzazione energetica della biomassa non può tuttavia prescindere da alcune considerazioni di carattere:

- ✓ etico. Valutazioni di carattere etico si presentano quando l'impiego a fini energetici della biomassa si pone in alternativa a possibili impieghi alimentari (sia per l'uomo sia per altri animali);
- ✓ economico. Verifica la sostenibilità economica, con riferimento al valore di mercato della biomassa. Nel caso di biocombustibili, il presupposto affinché si giunga a un saldo economico positivo, a fronte di un investimento per la caldaia a biomassa molto più oneroso rispetto alla medesima alimentata a combustibili tradizionali, è il costo minimo del combustibile alla bocca della caldaia (filiera corta, autoproduzione, €/kg≈0);
- ✓ tecnico. Difficoltà logistiche nel reperimento della biomassa; a quali costi? Per es. in ambito montano, il prelievo di materiale legnoso può essere difficoltoso e oneroso, alla presenza di formazioni forestali non facilmente raggiungibili;
- ✓ agronomico. In linea generale, l'interramento (per es. nella coltivazione del mais), come pratica alternativa all'impiego a fini energetici dei residui colturali, consente di apportare sostanza organica al suolo, migliorandone la struttura e preservando la fertilità. Inoltre la distribuzione sul terreno dei residui diventa importante alla presenza di quantità modeste per unità di superficie, tali da non giustificare la raccolta, l'asportazione e il trasporto.
- ✓ chimico. L'impiego di bio-combustibili solidi alternativi al legno (paglie, cereali, sanse) può determinare problemi in fase di combustione (alto contenuto in ceneri, pericolo formazione di scorie e depositi a danno dei bruciatori) o nelle emissioni di particolato; è auspicabile per cui utilizzarli in apparecchi opportunamente progettati e dedicati.

I processi di trasformazione della biomassa in energia possono essere raggruppati in due diverse categorie in funzione delle caratteristiche chimiche (rapporto carbonio/azoto) e fisiche (il tenore di umidità alla raccolta) della biomassa utilizzata: processi di conversione biochimica e processi di conversione termochimica.

Nei processi di conversione biochimica ($C/N < 30$, $U > 30\%$), l'energia è prodotta da reazioni chimiche generate dalla presenza di enzimi, funghi e altri micro-organismi che si formano nella biomassa mantenuta in particolari condizioni.

I principali processi biochimici sono:

- ✓ fermentazioni anaerobiche di sostanze organiche complesse (deiezioni zootecniche, prodotti e residui agricoli) con recupero di biogas (metano e CO_2). I principali impieghi del biogas riguardano la produzione di energia termica e/o elettrica.
- ✓ fermentazione alcolica con produzione di bioetanolo. Le biomasse impiegate provengono da colture dedicate saccarifere (barbabietola da zucchero, canna da

zucchero e sorgo zuccherino), dai cereali da granella (frumento tenero e granoturco) o dalle materie prime lignocellulosiche derivate dalle lavorazioni agricole. Il bioetanolo anidro (privo di acqua residua) è utilizzato in miscela con la benzina nell'alimentazione degli autoveicoli;

- ✓ produzione del biodiesel dalla reazione di transesterificazione degli oli ottenuti da colture dedicate oleaginose (colza, girasole, soia, ecc.) e quelli esausti di origine alimentare recuperati mediante opportuni sistemi di raccolta differenziata. Il biodiesel trova applicazione come carburante per l'autotrazione (in miscela con il gasolio) e per l'alimentazione delle caldaie dei gruppi elettrogeni.

Nei processi di conversione termochimica ($C/N > 30$, $U < 30\%$) è invece l'azione del calore che permette lo sviluppo delle reazioni chimiche necessarie a trasformare la biomassa in energia.

I principali processi termochimici sono:

- ✓ combustione. La combustione è l'ossidazione completa della biomassa con liberazione energia, fumi e cenere;
- ✓ gassificazione. Ossidazione incompleta della biomassa (forestale, residui di potatura, residui agricoli o cereali) ad elevate temperature (800-900°C), con produzione di una miscela gassosa combustibile a basso potere calorifico inferiore;
- ✓ pirolisi. Processo di degradazione termica a media temperatura (400÷800°C) in assenza di agenti ossidanti, con produzione di gas, oppure residui carboniosi (simili al carbone di legna), oppure produzione di bio-olio impiegabile in macchine a combustione interna.

5.1.1 Le biomasse combustibili

Il decreto legislativo 152/2006, Testo Unico Ambiente, nella parte V dell'allegato X ammette come materia prima per la produzione di biocombustibili le seguenti fonti:

- ✓ coltivazioni dedicate;
- ✓ trattamento meccanico di coltivazioni agricole non dedicate;
- ✓ interventi selvicolturali, manutenzione foreste, potature;
- ✓ lavorazione esclusivamente meccanica di legno vergine e costituito da cortecce, segatura, trucioli, chips, refili e tondelli di legno vergine, granulati e cascami di sughero vergine, tondelli, non contaminati da inquinanti;
- ✓ lavorazione esclusivamente meccanica di prodotti agricoli;

I materiali che possiedono un'umidità inferiore al 30%, il rapporto C/N superiore al 40% e un contenuto energetico compreso tra 2,5-3,5 kWh/kg_{tq}, sono considerati i più idonei all'impiego come biocombustibili.

I materiali che meglio si prestano alla combustione, sono:

- ✓ i sottoprodotti agricoli quali le paglie di cereali (frumento, riso, cereali minori), stocchi e tutoli di mais, residui di potature (vite, olivo e alberi da frutto);
- ✓ gli scarti di lavorazione (segatura, truciolame, sanse esauste, vinacce, lolla e pula, gusci, noccioli), granella di mais, pellet;

✓ la legna (legna da ardere, cimali e ramaglie, Short Rotation Forestry).

Tra le diverse tipologie di biomasse lignocellulosiche (arboree, erbacee perenni, erbacee annuali), la legna da ardere (in ciocchi o tronchetti), il cippato e il pellet, sono le più comuni forme commerciali.

I tronchetti rappresentano la forma tradizionale in cui viene preparato il legno utilizzato a fini energetici. Con pezzature comprese tra i 5 e 50 cm, e tenori di umidità inferiori al 50% (secondo la stagionatura), questa tipologia di biocombustibile opera quasi esclusivamente in piccoli impianti a livello domestico, anche se oramai viene gradualmente sostituita da forme densificate quali i pellet.

I pellet sono biocombustibili a elevata densità energetica e basso contenuto di umidità, normalmente di forma cilindrica, prodotti aggregando e comprimendo biomassa polverizzata (scarti di segheria) senza uso di colle e vernici, provenienti dai comparti di prima e seconda lavorazione del legno. Per avviare la biomassa al processo di pellettizzazione è essenziale una preventiva essiccazione fino a valori di umidità pari all'8-10%. La particolare forma, dimensione e l'omogeneità dei suoi elementi, permette al pellet di movimentarsi similmente ai fluidi, consentendo l'impiego in apparecchi e impianti di combustione con elevato grado di automazione (coclee, nastri asportatori, sistemi pneumatici).

Le bricchette sono ottenute pressando trucioli e segatura e hanno dimensioni simili a quelle della legna in ciocchi. Date le caratteristiche omogenee del materiale e l'elevata densità energetica, sono particolarmente indicate per essere utilizzate in sistemi di potenza non elevata, quali caminetti e stufe.

Il legno cippato è costituito da scaglie di legno denominate *chips*, di dimensioni variabili standardizzate, prodotte con macchine cippatrici dai residui della raccolta e lavorazione del legno o da legname appositamente raccolto.

Il vantaggio dell'uso del cippato nella combustione è da ricondursi al fatto che:

- ✓ è possibile contenerlo in costruzioni (silo) accanto al locale caldaia, in modo tale da evitare che si esponga alle intemperie e agevolare il caricamento in caldaia. L'impiego in alternativa dei tronchi degli alberi richiederebbe la disponibilità di grandi aree coperte;
- ✓ può essere introdotto automaticamente nella caldaia, con sistemi controllati elettronicamente in modo da regolarne il flusso e la quantità.

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

Le caratteristiche principali del cippato sono l'omogeneità e il tenore idrico.

L'omogeneità si ottiene da una corretta calibratura dei tagli e rappresenta il parametro più importante per il cippato, perché la presenza di cippato di dimensioni non omogenee è spesso causa di blocchi nei sistemi di alimentazione degli impianti.

Il tenore di umidità del cippato deve essere inferiore al 50% in quanto:

- ✓ il contenuto energetico del legno diminuisce all'aumentare del contenuto di acqua (durante la prima fase della combustione del legno occorre energia proprio per l'evaporazione dell'acqua in esso contenuta);
- ✓ in fase di stoccaggio si possono innescare dei processi di deterioramento della biomassa causati da funghi o batteri. Per questo motivo è opportuno far essiccare (in particolar modo quello proveniente dalle Short Rotation Forestry, caratterizzato da un elevato contenuto di umidità) la biomassa in modo naturale (all'aperto in estate o al coperto in inverno in appositi contenitori, gabbie o celle), o in modo forzato (esponendo la biomassa a sorgenti di calore), prima della combustione.



Foto 1, pellet di scarti di segheria. Anche le biomasse erbacee si prestano alla produzione di chips o pellet. Tuttavia a causa della minor qualità del combustibile, il loro impiego è consigliabile solo in impianti di grandi dimensioni dotati di opportuni accorgimenti per ottimizzarne la combustione.



Foto 2. La dimensione e forma del cippato varia con le tecniche di taglio e dal tipo impianto di trasformazione energetica. Una dimensione tipica è 40x20x3 mm.



Foto 3. La macchina cippatrice può essere portata su autocarro (foto) e impiegata all'imposto, o automotrice. Per evitare problemi di funzionamento il tenore di umidità della biomassa deve essere compreso tra 25 e 50%.

PARAMETRI	Biomasse combustibili								
	Solidi						Liquidi		Gas
Tipologia	Tronchetti ¹	Pellet	Cippato	Paglie e stocchi ²	Residui potature	Sansa	Biodiesel	Bioetanolo	Biogas
P.C. I. kWh/quantità	4,8-5	4,8-5,2	4,8-5	4,5-4,9	4,8-5,2	4,6-5	10,3	7,6	5,2-7,6
Massa volumica kg/m ³	400-750	750-850	300-350	120-200	250-300	300-400	885	795	0,93-1,02
Tenore idrico % sul tal quale	40-50	10-12	30-50	15-20	45-55	25-55	0	0	0

Tabella 1 e 2. Confronto tra bio-combustibili e combustibili convenzionali. Nei bio-combustibili solidi è costante la percentuale dei principali elementi quali, l'idrogeno (5-8%), carbonio (45-50%) e ossigeno (40-45%) e i solidi volatili a 600° C (90-95%); mentre è variabile il contenuto di ceneri (dal 5 al 25% sulla sostanza secca), il tenore idrico alla raccolta (dal 15 al 60%), il rapporto C/N (45 a 130) e la massa volumica apparente (tra 40 a 850 kg/m³). (1)Tronchetti di ceduo e fustaia; (2) Paglie e stocchi di frumento, orzo, riso, mais, girasole. Fonte: dispense del corso "Uso risorse energetiche in agricoltura" a.a. 2008-2009.

PARAMETRI	Combustibili convenzionali			
	Solidi	Liquidi		Gas
Tipologia	Carbone	Gasolio	Benzina	Metano
P.C. I. kWh/quantità	9,3	11,86	12,2	9,59
Massa volumica kg/m ³	800-900	839	750-780	0,717

Tabella 2. Il potere calorifico inferiore (P.C.I.), esprime la quantità di calore che viene prodotta dalla combustione completa dell'unità di peso o di volume di un combustibile, considerando l'acqua allo stato di vapore. Il contenuto energetico o potere calorifico netto (P.C.N.) è dato dal potere calorifico inferiore al netto del calore assorbito per evaporare l'acqua libera inglobata nel materiale.

5.1.2 La combustione

Il processo di combustione in condizioni ideali avviene attraverso reazioni di ossidazione complete che portano allo sviluppo di calore (**energia termica**, ET) e alla formazione di acqua e anidride carbonica.

Le moderne caldaie sono progettate per realizzare la combustione in più stadi. Durante il processo l'aria comburente e la biomassa solida vengono introdotti in zone diverse della camera di combustione dando origine alle seguenti reazioni:

- ✓ in fase iniziale la biomassa subisce un processo di essiccazione e riscaldamento, in cui riceve calore dall'ambiente circostante e aumenta di temperatura fino all'evaporazione dell'acqua;
- ✓ in fase intermedia, detta di gassificazione, che procede in difetto d'aria, avviene la trasformazione della biomassa in una frazione solida (carbonio fisso e ceneri), in una volatile (vapori condensabili costituiti da idrocarburi pesanti e catrami) e in una fase gassosa (gas non condensabile costituito da idrocarburi leggeri, idrogeno e altri gas organici);
- ✓ nella fase terminale il processo si evolve in eccesso d'aria. La combustione procede rapidamente per la frazione volatile (emissione di fiamma) e più lentamente per il carbonio fisso (brace).

Le caldaie che adottano la tipologia di combustione a fiamma inversa sono quelle che offrono rendimenti e autonomie più elevati rispetto a quelle di tipo tradizionale (ossia a combustione montante e orizzontale). In particolare nelle tipologie a fiamma inversa, la camera di combustione è situata sotto il vano in cui viene caricata la legna e l'aria primaria viene introdotta in caldaia immediatamente sopra la griglia sulla quale è disposta la biomassa. Qui s'innesca il processo di gassificazione con conseguente formazione del gas combustibile (fase gassosa) che, trascinato in basso attraverso la griglia, viene bruciato nella camera sottostante grazie alla presenza di un flusso di aria secondaria.

Le emissioni al camino di un impianto a biomassa nel caso di combustione completa sono: anidride carbonica (CO_2), ossidi di azoto (NO_x), ossido nitroso (N_2O), ossidi di zolfo (SO_x), acido cloridrico (HCl) e particolato (PM). A valle del processo di combustione si hanno anche le ceneri (tabella 3 di pagina 86).

Attraverso un'ottimizzazione della combustione è possibile avere buoni rendimenti ed emissioni contenute.

La conversione energetica della biomassa mediante combustione avviene all'interno di apparecchi a uso termico (da pochi kW per il riscaldamento domestico di piccole unità abitative, fino a impianti di grossa taglia con potenze superiori al MW, impiegati in reti di teleriscaldamento) e in impianti per la produzione di **energia elettrica** (EE) o impianti cogenerativi (generazione simultanea in un unico processo di energia termica ed elettrica).

Negli impianti di grossa taglia si ottiene un significativo aumento dell'efficienza e una riduzione delle emissioni inquinanti:

- ✓ migliorando il rapporto e la distribuzione di aria e combustibile; sistemi di controllo automatico quali la sonda lambda, attuano la regolazione dell'aria comburente primaria e secondaria (per la combustione dei gas), rilevando la quantità di O_2 presente nei fumi.
- ✓ attraverso una adeguata manutenzione e dimensionamento delle superfici di scambio dell'energia termica (tra fumi e fluido termovettore). Importanti riscontri si ottengono dall'analisi dei fumi (temperatura e contenuto di CO_2);
- ✓ controllando la temperatura di combustione (tra 900°C e 1100°C avviene la combustione di tutta la sostanza combustibile) e garantendo un adeguato tempo di permanenza della biomassa in camera di combustione (inverter del moto della coclea di alimentazione e della griglia mobile);
- ✓ impiegando la biomassa idonea. Rendimenti elevati si ottengono controllando le emissioni dei gas che si liberano nelle prime fasi di combustione; questi ultimi si generano tanto più velocemente quanto più è alta la superficie di esposizione della biomassa (per es. paglia). Sarebbe opportuno inoltre adottare sistemi di carico in continuo del bio-combustibile;
- ✓ da una corretta progettazione e manutenzione dell'impianto;

- ✓ impiegando sistemi di contenimento e riduzione delle emissioni dei fumi quali i filtri a maniche (con reimpiego dell'aria di raffreddamento come aria secondaria), precipitatori elettrostatici, cicloni per il particolato, sistemi di riduzione catalitici e non catalitici per gli ossidi di azoto.

Per i generatori termici di medio-bassa potenza (indicativamente fino a 100-200 kW) è ancora previsto il caricamento manuale del bio-combustibile sotto forma di tronchetti o bricchette, mentre negli impianti di media e grossa taglia, la regola è di avere la camera di combustione alimentata in modo automatico tramite sistemi a coclee, nastri o a spintori, che trasportano il combustibile, generalmente cippato, dal sito di stoccaggio alla camera di combustione.

Le caldaie a pellet sono adatte al riscaldamento di singoli ambienti e unità abitative (fino a 50 kW) e sono caratterizzate da ampia autonomia e semplicità di utilizzo (accensione/spengimento, programmazione e con possibilità di telegestione). Essendo il pellet, un combustibile di buona qualità con caratteristiche definite e standardizzate, anche gli apparecchi di piccola potenza garantiscono alti rendimenti e basse emissioni.

5.1.3 Il teleriscaldamento

Negli impianti di grosse dimensioni che bruciano biomassa (> 1 MW), l'energia termica erogata viene impiegata nella rete di teleriscaldamento o per la cogenerazione di energia termica ed elettrica. Il teleriscaldamento o riscaldamento collettivo (figura 1A), è un servizio energetico urbano mediante il quale il calore per il riscaldamento degli edifici e per altri usi a bassa temperatura (come l'acqua calda per uso igienico-sanitario) viene distribuito tramite una rete di tubazioni interrato coibentate che connettono il generatore termico con le utenze finali attraverso uno scambiatore. Il sistema di distribuzione del calore si compone quindi di:

- ✓ centrale di produzione del calore;
- ✓ reti di distribuzione principale e secondaria;
- ✓ sottocentrali di consegna del calore ai singoli utenti.

Nelle centrali termiche la combustione avviene in caldaie provviste di sistemi a griglia fissa o a griglia mobile inclinata sovrastante la camera di combustione. I primi sono indicati nel caso di cippato di piccole dimensioni e basso tenore di umidità; i secondi sono invece adatti nel caso di cippato più eterogeneo, a pezzatura grossolana, ad alto contenuto di ceneri e umidità fino al 50% sul totale, come ad esempio le biomasse forestali fresche di taglio. Nel fondo griglia è situata una coclea di estrazione automatica delle ceneri. Negli impianti termici di grossa taglia sono presenti dispositivi di sicurezza riguardanti il sistema di alimentazione del combustibile, volti a impedire eventuali ritorni di fiamma dalla caldaia al sito di stoccaggio.

Le moderne caldaie a cippato dotate di dispositivi di controllo e regolazione automatica quali il microprocessore e la sonda lambda, possono raggiungere rendimenti termici molto elevati (prossimi al 90%). Il microprocessore regola in

continuo il flusso di cippato e la combustione in base alla richiesta di energia dell'utenza e alla temperatura e concentrazione di ossigeno dei fumi, mentre la sonda lambda regola l'aria di combustione in base al fabbisogno di ossigeno misurato nei fumi.

I generatori termici a biomassa funzionano nelle migliori condizioni solo con un determinato carico e con alte temperature del focolare. E' quindi auspicabile che ci siano pochi arresti dell'apparecchio e un funzionamento con il carico più alto e stabile possibile. Per questo, in considerazione anche dell'elevata stagionalità del fabbisogno di energia termica e dei costi di investimento molto superiori rispetto alle caldaie tradizionali alimentate a gas/gasolio, è importante in fase di progettazione, il corretto dimensionamento dell'impianto. L'eccessivo sovradimensionamento di una caldaia a biomassa può ridurre sensibilmente il rendimento medio stagionale dell'impianto. Nei grandi impianti è auspicabile quindi, suddividere la potenza tra più caldaie a biomassa da destinare alla base del carico della domanda, oppure affiancare al generatore termico a biomassa un'altra caldaia a combustibile tradizionale, da utilizzare per integrare le punte di richiesta, per emergenza o eventualmente durante le stagioni di basso carico.

Il passaggio dell'energia termica dai fumi (tra i 200°-350°C alla base del camino) al fluido termovettore da immettere nel circuito del teleriscaldamento avviene in una zona detta di scambio termico, costituita da un sistema di tubi d'acqua: dispositivi semi-automatici e interventi periodici di pulizia della caldaia a freddo, mantengono elevata l'efficienza di scambio termico.

In fine attraverso la rete di distribuzione interrata, l'energia termica giunge fino alle sottostazioni nelle singole utenze, dove mediante uno scambiatore, l'energia è trasmessa dall'acqua di teleriscaldamento all'acqua ad uso sanitario e per il riscaldamento domestico.

Il teleriscaldamento è una soluzione impiantistica che può garantire benefici non solo per le aziende che erogano tale servizio (economie di scala), ma anche per le utenze, grazie alla semplicità, comodità, sicurezza (non si distribuisce combustibile bensì acqua calda) e alle tariffe più convenienti rispetto ad altri sistemi di riscaldamento.

Il teleriscaldamento è facilmente gestibile dagli utenti. La stazione di consegna del calore richiede uno spazio limitato, è di facile installazione e non sono più necessarie tutte le infrastrutture legate ai tradizionali sistemi individuali di produzione interna del calore quali la caldaia, la cisterna del gasolio, la canna fumaria, gli scarichi di sicurezza, che occupano spazio e necessitano di periodiche e costose manutenzioni.

I benefici ambientali sono riconducibili all'elevata efficienza dei generatori termici e alla presenza di sofisticate apparecchiature per il controllo della combustione e della depurazione dei fumi di scarico che, unitamente alla costante sorveglianza degli stessi da parte di personale specializzato, garantiscono minori emissioni in atmosfera di sostanze nocive rispetto ai sistemi tradizionali.

5.1.4 La cogenerazione

Molte centrali a cippato producono esclusivamente calore che va ad alimentare reti di teleriscaldamento, ma numerosi sono anche gli impianti che ricavano dal cippato, oltre all'energia termica, anche energia elettrica e/o meccanica.

Negli impianti cogenerativi CHP (Combined Heat and Power Production) si ha la generazione simultanea in un unico processo di energia termica ed elettrica / meccanica, per applicazioni in ambito industriale o a servizio di reti di teleriscaldamento. La cogenerazione è considerata fonte di energia assimilata alle fonti rinnovabili.

L'utilizzo di un unico impianto per la produzione in modo combinato sia di energia termica (al servizio del teleriscaldamento), che di energia elettrica (per l'autoconsumo e/o la vendita alla rete), richiede solo il 75% dell'energia primaria che sarebbe necessaria alla generazione tradizionale e in modo separato delle stesse quantità di calore ed energia elettrica. Ciò comporta benefici non solo dal punto di vista del risparmio delle risorse, ma anche economici (migliorano i rendimenti e diminuiscono i consumi e la dipendenza dalle fonti energetiche tradizionali), e ambientali (minor uso combustibile, ed emissioni contenute dei prodotti di combustione).

Il limite principale della cogenerazione è legato alla necessità che vi sia corrispondenza tra produzione e domanda sia di energia elettrica che termica, in considerazione del fatto che entrambe non sono accumulabili (il termico solo per brevi periodi). Inoltre i costi d'impianto iniziali dei sistemi cogenerativi sono più elevati se paragonati con quelli dei sistemi tradizionali.

Le tecnologie attualmente a disposizione dei sistemi cogenerativi sono:

- ✓ turbina a vapore;
- ✓ turbina a gas;
- ✓ ciclo combinato gas-vapore (utilizzo contemporaneo di una o più turbine a gas e una turbina a vapore);
- ✓ motori endotermici (ciclo Otto o ciclo Diesel);
- ✓ ciclo Rankine a fluido organico (ORC).

La cogenerazione con turbina a vapore rappresenta la soluzione ottimale per sistemi con potenza $> 2-3 \text{ MW}_e$. Questi impianti si basano sul ciclo termodinamico Rankine a vapore acqueo: il calore sviluppato nella combustione della biomassa viene utilizzato per generare vapore surriscaldato che espande in una tradizionale turbina a vapore generando prima energia meccanica e poi energia elettrica tramite un alternatore. Il vapore poi condensato (con recupero di energia termica che ceduta a un fluido ausiliario alimenta la rete delle utenze termiche) è inviato tramite pompa al generatore di vapore (figura 1B).

Per quanto riguarda i cicli con turbina a gas il motore primo è costituito da una turbina azionata dai fumi provenienti da un'apposita camera di combustione.

La cogenerazione con motori endotermici prevede la generazione di energia meccanica, convertita poi in energia elettrica tramite apposito alternatore; il recupero termico viene effettuato su tutti i fluidi operanti nel motore, principalmente dall'acqua di raffreddamento e dai gas di scarico.

Gli impianti ORC, Organic Rankine Cycle (figura 1C), sono consigliabili quando il sistema è di piccola taglia 1-2 MW_e: operano secondo un ciclo di Rankine che utilizza come fluido di lavoro uno specifico fluido organico che pressurizzato viene vaporizzato e surriscaldato per mezzo dell'olio diatermico (300°C circa) e successivamente espanso in una turbina direttamente connessa al generatore di corrente. In un secondo momento, il fluido organico passa attraverso un rigeneratore (dove avviene un parziale recupero di calore) prima di entrare nel condensatore. Gli impianti con tecnologia ORC permettono di ottenere energia elettrica evitando la produzione di vapore e quindi la presenza di circuiti in pressione e di tutte le relative complicità di natura sia tecnologica (disponibilità di acqua demineralizzata, sistemi di sicurezza) che normativa (presenza di personale specializzato). L'impiego di fluidi termovettori intermedi e di un fluido di lavoro organico porta però ad avere rendimenti più bassi rispetto a quelli di un ciclo Rankine a vapore d'acqua: il rendimento elettrico dei moduli ORC è infatti circa del 25%, variabile in funzione della taglia e della configurazione d'impianto (Fonte: ENEA Ufficio Studi - Convegno su -"Usi termici delle fonti rinnovabili", 2009).

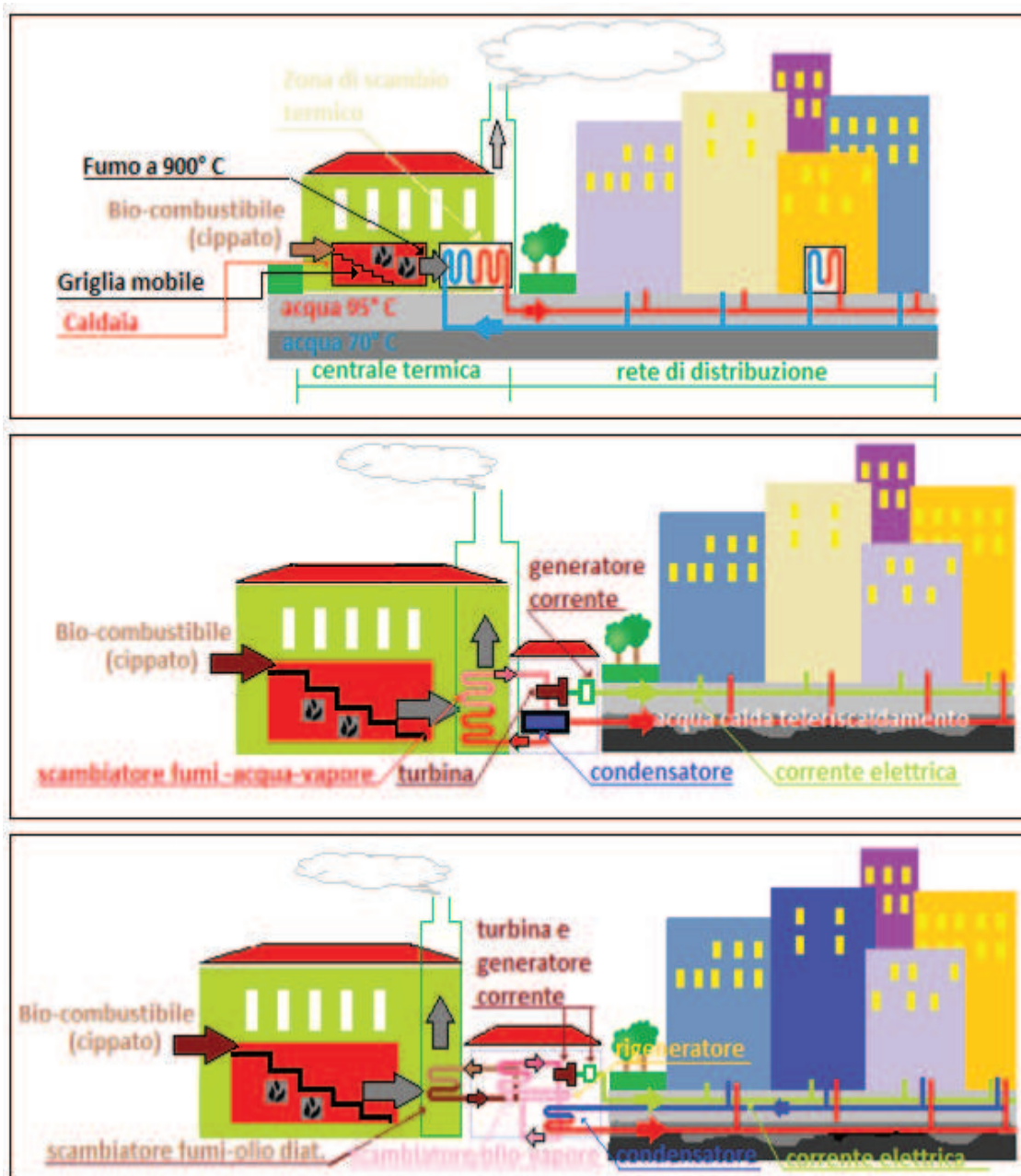


Figura 1.

A) Schema semplificato di un impianto di teleriscaldamento. Disegno elaborato dall'immagine estratta dal sito: www.la220azzurra.it.

B) Schema semplificato di un impianto a cogenerazione con turbina a vapore. Si tratta di impianti identici alle comuni centrali termoelettriche ad eccezione della sezione di combustione della biomassa.

C) Schema semplificato di un impianto cogenerativo per rete di teleriscaldamento con tecnologia ORC.

5.2 Le centrali di teleriscaldamento operanti in Valle Camonica

5.2.1 Il carico di potenza

- ✓ il carico di potenza medio (CP_{medio}) esprime la potenza mediamente sviluppata dall'impianto; è dato dal rapporto tra l'energia termica effettivamente prodotta (ET_{reale}) con l'energia termica producibile qualora la caldaia funzionasse alla potenza massima (ET_{max}). Il rendimento di una caldaia tende ad aumentare con l'aumentare del carico;
- ✓ per ET_{reale} si intende l'energia termica effettivamente erogata dalla caldaia, calcolata in base al rendimento del generatore termico (η_T), alla quantità (m) e al potere calorifico netto del combustibile;
- ✓ l'energia termica massima (ET_{max}) è l'energia producibile dalla caldaia qualora funzionasse alla potenza nominale;
- ✓ l'energia termica venduta è l'energia prelevata dalla rete di teleriscaldamento da parte di tutte le utenze;
- ✓ la potenza massima di una caldaia ($PT_{\text{OUT max}}$) è la potenza nominale o potenza di targa, ovvero la potenza in ingresso (PT_{IN}) al netto del rendimento (η_T);
- ✓ la potenza in ingresso è invece data dalla portata di combustibile per il suo potere calorifico netto;
- ✓ il potere calorifico netto (PCN) prende in considerazione l'acqua libera presente nel biocombustibile e si calcola nel seguente modo: $PCN = PCI_{ss} \cdot \left(\frac{100-U}{100}\right) - 0,7 \cdot \frac{U}{100}$. Dove PCI_{ss} è il potere calorifico inferiore della sostanza secca, U è l'umidità % del materiale su base umida, e 0,7 è il calore di evaporazione dell'acqua espresso in kWh/kg.

5.2.2 Impianto di teleriscaldamento di Ponte di Legno

L'impianto di proprietà dell'Unione dei Comuni dell'alta Valcamonica è gestito dalla Società SO.SV.A.V. s.r.l.: situato nel Comune di Temù in località Prati Grandi, l'impianto è alimentato a cippato di legna, fornisce acqua calda sanitaria e per il riscaldamento ad utenze sia domestiche che commerciali nel Comune di Ponte di Legno e Villa Dalegno, frazione del Comune di Temù (la popolazione dell'area servita è di circa 1.900 abitanti).

L'impianto utilizza come combustibile scarti di segheria compatibilmente con la disponibilità locale e legname proveniente da lotti commerciali e dalla pulizia dei boschi. La massa di cippato è introdotta nelle caldaie, senza che su di essa sia effettuato alcun tipo di essiccamento.

Il sito di stoccaggio del cippato è condiviso con l'adiacente impianto di Temù e ha una capacità di circa 3.000 m³, ciò consente di avere una discreta autonomia di alimentazione (nel periodo invernale i consumi di cippato sono di circa 100 m³ al giorno). Il carico del materiale avviene attraverso una pala meccanica da 79,5 kW che lo carica

nel silo; il sistema di alimentazione a spintore alimenta le caldaie in modo automatico. L'impianto dispone di due caldaie a biomassa di 4 e 6 MW_t e di una caldaia a supporto di 8 MW_t alimentata a gasolio. I rendimenti termici delle caldaie a biomassa si attestano attorno all'85%.

I fumi generati dalla combustione della biomassa cedono, attraverso un sistema di scambiatori, energia termica all'acqua del circuito interno della centrale termica, che a sua volta, sempre mediante un sistema di scambiatori, origina acqua calda da immettere nel circuito del teleriscaldamento.

Il sistema di trattamento dei fumi è composto da filtri a maniche con recupero delle polveri sottili. Complessivamente, nell'arco dell'anno 2009, i due bruciatori a biomassa hanno prodotto all'incirca 110 t di cenere che è stata conferita in discarica autorizzata. Ogni utenza allacciata alla rete preleva l'energia (acqua calda di mandata) tramite una sottostazione composta da uno scambiatore di calore, da manometro, termometro e conta calorie: la manutenzione ordinaria e straordinaria della sottostazione sono a carico della società fornitrice del servizio di teleriscaldamento.

L'adiacente centrale termica di Temù da maggio a ottobre viene spenta e tutta l'energia erogata è prodotta tramite la centrale di Ponte di Legno.



Foto 4. Centrale termica di Ponte di Legno. Foto 5. Area aperta per lo stoccaggio della biomassa. Foto 6. Area coperta per lo stoccaggio della biomassa.



Biomassa s.s.	Ceneri %
Cippato	5-6
Pellet	2
P.K.S.	7-8

Tabella 3. Valori indicativi di ceneri a valle del processo di combustione, espressi in termini percentuali sulla biomassa intesa come sostanza secca. Fonte: Ing. Beltracchi "Integra Energia".

Dati tecnico-economici			
Destinazione energetica	ET	ET	ET
Caldaie: tipologia	A griglia mobile	A griglia mobile	Tradizionale
potenza nominale	4 MW _t ¹	6 MW _t	8 MW _t
rendimento medio	85%	85%	90%
ore funzionamento	8.400 h/anno	2.904 h/anno	0
Combustibile: tipologia	Cippato		Gasolio
quantità	7.000 t/anno		0
umidità	41%		-
prezzo medio acquisto	60 €/t		1 €/kg
Lunghezza rete distribuzione stradale	16 km (andata e ritorno)		
Utenze totali (dati agosto 2010)	313		
Investimento complessivo	9.700.000 €		

Tabella 4. Dati tecnico-economici impianto di Ponte di Legno (BS). Anno 2009. (1)MW_t = Mega Watt termico.

Calcolo del carico di potenza

Nel caso specifico della centrale termica di Ponte di Legno:

- ✓ la caldaia a biomassa da 4 MW_t è sempre in funzione tranne che per le periodiche operazioni di manutenzione ed è adibita a soddisfare la domanda di base;
- ✓ la caldaia a biomassa da 6 MW_t è invece impiegata a supporto solo nel periodo invernale;
- ✓ la caldaia a gasolio è stata programmata per entrare in funzione in caso di fermi per guasti o manutenzione delle caldaie a biomassa. Nel 2009 non è mai stata utilizzata.

L'ET_{reale} calcolata è quella riguardante i due generatori termici a biomassa in quanto non si conosce la quantità di biomassa consumata da ciascuna caldaia, ma solo il dato complessivo:

- $PCN = PCI_{ss} \cdot \left(\frac{100-U}{100}\right) - 0,7 \cdot \frac{U}{100} \rightarrow 4,8 \text{ kWh/kg}_{ss} \cdot \left(\frac{100-41}{100}\right) - 0,7 \text{ kWh/kg} \cdot \frac{41}{100} = 2,55 \text{ kWh/kg}_{tq} \rightarrow 2,55 \text{ MWh/t}_{tq}$;
- $ET_{reale} = PCN \cdot m \cdot \eta_T \rightarrow 2,55 \text{ MWh/t}_{tq} \cdot 7.000 \text{ t/anno} \cdot 0,85 = 15.172,5 \text{ MWh}_t/\text{anno}$.

L'ET_{max} dell'impianto è stata ottenuta aggregando i dati relativi all'ET_{max} di ciascuna caldaia a biomassa considerando i relativi tempi di funzionamento:

- $ET_{max \text{ caldaia } 4 \text{ MW}} = PT_{OUT \text{ max}} \cdot H_f \rightarrow 4 \text{ MW} \cdot 8.400 \text{ h/anno} = 33.558 \text{ MWh}_t/\text{anno}$;
- $ET_{max \text{ caldaia } 6 \text{ MW}} = PT_{OUT \text{ max}} \cdot H_f \rightarrow 6 \text{ MW} \cdot 2.904 \text{ h/anno} = 17.279 \text{ MWh}_t/\text{anno}$;
- $ET_{max} = ET_{max \text{ caldaia } 4 \text{ MW}} + ET_{max \text{ caldaia } 6 \text{ MW}} \rightarrow 33.558 \text{ MWh}_t/\text{anno} + 17.279 \text{ MWh}_t/\text{anno} = 50.837 \text{ MWh}_t/\text{anno}$;
- $CP_{medio} = ET_{reale} / ET_{max} \rightarrow 15.172 \text{ MWh/anno} / 50.837 \text{ MWh/anno} = 0,298 \approx 30\%$.

Considerazioni

Il dato fornito relativo alle ceneri prodotte dalle due caldaie a biomassa nel 2009, in considerazione del quantitativo di biomassa consumata nello stesso anno e della sua umidità, è notevolmente inferiore a quello atteso: generalmente dalla combustione del cippato si ottengono ceneri pari al 5 - 6 % della biomassa impiegata, (tabella 3 di pagina 90), mentre nell'impianto in questione la percentuale di ceneri è solo del 2,7 %.

La presenza nella centrale termica di due caldaie a biomassa e una a combustibile tradizionale, consente di soddisfare il fabbisogno termico della popolazione attualmente allacciata al servizio.

Nel momento in cui è stata eseguita la presente indagine, le caldaie lavoravano sotto carico ($CP_{\text{medio}} \approx 30\%$). Il modesto carico medio è dovuto ad esigenze operative e climatiche: le caldaie a dicembre alle 7 del mattino, operano a una potenza che è prossima alla potenza massima, all'opposto nel periodo estivo. Inoltre la società che gestisce l'impianto, la SO.SV.A.V. s.r.l., ha in progetto di sviluppare e breve la propria rete di distribuzione e quindi di incrementare le utenze e il fabbisogno termico da soddisfare.

5.2.3 Impianto di teleriscaldamento di Temù

Dal 2004 l'impianto di Temù fornisce acqua calda sanitaria e per il riscaldamento a circa 430 utenze tra domestiche e commerciali. L'impianto è situato in località Prati Grandi nel Comune di Temù: dal 2007 è di proprietà dell'Unione dei Comuni dell'alta Valcamonica ed è gestito dalla Società SO.SV.A.V. s.r.l.

La centrale termica è composta da due caldaie da 2,9 MW_t ciascuna, alimentate con biomassa di origine vegetale, il palm kernell shell (P.K.S.). Il P.K.S. è il guscio del nocciolo risultante ultimo del ciclo di lavorazione industriale del frutto della palma da olio. La provenienza del P.K.S. è internazionale, principalmente Indonesia, Malesia ed alcuni paesi Africani, il trasporto avviene via nave e su gomma; il prezzo medio di acquisto si aggira intorno ai 100-120 €/t, circa il doppio del cippato. Il suo potere calorifico inferiore è pari a 4,29 MWh/t_{ss} che a un'umidità del 10% corrisponde a un PCN di 3,8 MWh/t_{tq}.

Le caldaie dell'impianto sono alimentate in automatico tramite coclee in movimento continuo che prelevano la biomassa stoccata nel silo adiacente. L'impianto dispone di due caldaie a biomassa da 2,9 MW_t con rendimenti termici dell'80% .

Il meccanismo di trasmissione dell'energia termica è simile a quello adottato nella centrale termica di Ponte di Legno: i fumi generati dal processo di combustione sono convogliati nella zona di scambio termico dove, un sistema di tubi d'acqua consente la trasmissione dell'energia termica. L'acqua surriscaldata, a sua volta, tramite scambiatori, cede calore all'acqua che alimenta la rete del teleriscaldamento.

Il sistema di abbattimento dei fumi è composto da un filtro elettrostatico.

Nel 2009 le caldaie hanno bruciato più di 3.000 t_{tq} di biocombustibile e prodotto 70 t di ceneri, conferite in discarica autorizzata.

I principali servizi resi alle utenze sono la fornitura di energia termica, la manutenzione ordinaria e straordinaria delle sottostazioni.

La rete di distribuzione si estende per 26 km nel Comune di Temù: le condutture sono in poliuretano espanso con rivestimento in politene ed hanno diametro decrescente da 350 a 80 mm.

Dati tecnico-economici		
Destinazione energetica	ET	ET
Caldaie: tipologia potenza nominale rendimento medio ore funzionamento	A griglia mobile 2,9 MW _t 80% 4344 h/anno	A griglia mobile 2,9 MW _t 80% 4344 h/anno
Combustibile: tipologia quantità umidità prezzo medio acquisto	P.K.S. 3.160 t/anno 10% 110-120 €/t	
Lunghezza rete distribuzione stradale	26 km (andata e ritorno)	
Utenze totali (dati agosto 2010)	430	

Tabella 5. Dati tecnico-economici impianto di Temù (BS). Anno 2009.

Calcolo del carico di potenza

Le caldaie a biomassa da 2,9 MW_t sono in funzione solo nel periodo compreso tra novembre e aprile. La centrale termica di Temù da maggio a ottobre viene spenta e tutta l'energia erogata è prodotta tramite la centrale termica di Ponte di Legno.

In considerazione del fatto che le caldaie possiedono la medesima potenza e le stesse ore di funzionamento è possibile ipotizzare un simile consumo di biocombustibile e di conseguenza un identico carico medio della potenza. Di seguito verrà calcolato il carico medio di potenza per la singola caldaia.

Una caldaia da 2.9 MW:

- $PCN = PCI_{ss} \cdot \left(\frac{100-U}{100}\right) - 0,7 \cdot \frac{U}{100} \rightarrow 4,29 \text{ kWh/kg}_{ss} \cdot \left(\frac{100-10}{100}\right) - 0,7 \text{ kWh/kg} \cdot \frac{10}{100} = 3,8 \text{ kWh/kg}_{tq} \rightarrow 3,8 \text{ MWh/t}_{tq}$;
- $ET_{reale} = PCN \cdot m \cdot \eta_T \rightarrow 3,8 \text{ MWh/t}_{tq} \cdot 1.580 \text{ t/anno} \cdot 0,8 = 4.803 \text{ MWh}_t/\text{anno}$;
- $ET_{max} = PT_{OUT_{max}} \cdot H_f \rightarrow 2,9 \text{ MW} \cdot 4.344 \text{ h/anno} = 12.597 \text{ MWh}_t/\text{anno}$;
- $CP_{medio} = ET_{reale} / ET_{max} \rightarrow 4.803 \text{ MWh}_t/\text{anno} / 12.597 \text{ MWh}_t/\text{anno} = 0,381 \approx 38\%$.

Per l'impianto a biomassa costituito da due caldaie:

- $ET_{reale} = PCN \cdot m \cdot \eta_T \rightarrow 3,8 \text{ MWh/t} \cdot 3.160 \text{ t/anno} \cdot 0,8 = 9.606 \text{ MWh}_t/\text{anno}$;
- $ET_{max} = PT_{OUT_{max}} \cdot H_f \cdot n^\circ \text{ caldaie} \rightarrow 2,9 \text{ MW} \cdot 4.344 \text{ h/anno} \cdot 2 = 25.195 \text{ MWh}_t/\text{anno}$;
- $CP_{medio} = ET_{reale} / ET_{max} \rightarrow 9.606 \text{ MWh}_t/\text{anno} / 25.195 \text{ MWh}_t/\text{anno} = 0,381 \approx 38\%$.

Considerazioni

La scelta di SO.SV.A.V. s.r.l. di alimentare la centrale termica di Temù con i gusci dei noccioli della palma da olio va in senso opposto rispetto alle linee guida fissate dalla Regione Lombardia volte ad incentivare e valorizzare le filiere bosco-legno-energia locali, a scapito quindi, delle scelte di tutela ambientale.

Per quanto riguarda il carico medio di potenza anche per la centrale termica di Temù ($CP_{\text{medio}} \approx 38\%$), valgono le stesse considerazioni già effettuate nel caso di Ponte di Legno, dovute alla necessità di soddisfare il fabbisogno termico anche nei mesi più freddi, caratterizzati da elevati picchi nella domanda. Anche per l'impianto di Temù la Società SO.SV.A.V. prevede di espandere nei prossimi anni la rete del teleriscaldamento.

Per ciò che concerne le ceneri prodotte nell'anno 2009: il dato emerso, se messo in relazione con il combustibile impiegato nello stesso anno, è notevolmente inferiore a quello atteso, infatti, le ceneri prodotte sono state pari al 2,6 % della biomassa utilizzata, invece del 7-8 % circa come riportato in tabella 3.



Foto 7, centrale termica di Temù.



Foto 8, pala meccanica in dotazione alle centrali termiche di Temù e Ponte di Legno.

5.2.4 Impianto di teleriscaldamento e cogenerazione di Sellero

L'impianto realizzato a Sellero produce energia termica per il teleriscaldamento e mediante una turbina a vapore, energia elettrica. L'impianto gestito dalla Società T.S.N. S.p.a. utilizza biocombustibile acquistato in loco (25%), come scarti di segheria, legname derivante da lotti commerciali e dalla pulizia dei boschi, mentre il resto della biomassa proviene principalmente da colture dedicate nazionali. Lo stoccaggio del cippato avviene sia in aree aperte che chiuse, per una capacità complessiva di circa 2.000 m³, ciò consente di avere un'autonomia di alimentazione media di 30-40 giorni. La biomassa viene scaricata nel silo adiacente la caldaia per mezzo di una pala gommata da 115 kW; un sistema a spintori e coclee alimenta la caldaia in modo automatico. La massa di cippato è introdotta nella caldaia senza che su di essa sia effettuato alcun tipo di essiccamento artificiale.

La centrale termica dispone di una caldaia a cippato da 12,9 MW_t, e di una caldaia di supporto a metano da 5 MW_t. La caldaia a biomassa riscalda l'olio diatermico portandolo a una temperatura che raggiunge i 350°C. L'olio riscaldato produce vapore acqueo. Questo vapore convogliato verso una turbina produce energia elettrica mentre attraverso appositi scambiatori di calore produce acqua calda surriscaldata per

il teleriscaldamento. L'acqua calda viene convogliata in una rete di distribuzione fino a giungere ai moduli di zona che sono installati presso le abitazioni. Ogni sottostazione è composta da uno scambiatore di calore e conta calorie: la manutenzione ordinaria e straordinaria della sottostazione sono a carico della società fornitrice del servizio di teleriscaldamento.

I rendimenti elettrici della turbina a vapore si attestano attorno al 20%. Il sistema di abbattimento dei fumi è composto da filtri a maniche con recupero delle polveri sottili; come reagente viene impiegata la calce idrata (70,8 t/anno). Nell'anno 2009 il bruciatore a biomassa ha prodotto all'incirca 2.500 t di ceneri, conferite a ditte specializzate.

La rete di distribuzione, costituita da condutture in poliuretano espanso con rivestimento in politene, si estende per circa 30 km (andata e ritorno) nei Comuni di Sellero e Cedegolo.

Nell'agosto 2010 le utenze allacciate erano 450 unità, di cui 382 domestiche, 45 commerciali e 23 pubbliche.

Dati tecnico-economici		
Destinazione energetica	ET-EE	ET-EE
Caldaie: tipologia potenza nominale rendimento medio ore funzionamento	A griglia mobile 12,9 MW _t 85% 8500 h/anno	Tradizionale 5 MW _t 90% 400 h/anno
Combustibile: tipologia quantità umidità prezzo medio acquisto	Cippato 37.800 t/anno 41% 50 €/t	Metano 70.000 m ³ _N - 0,4€/m ³ _N
Potenza elettrica turbina	2,6 MW _e	
Energia elettrica venduta	11.500 MWh/anno	
Investimento complessivo	16.000.000 €	

Tabella 6, dati tecnico-economici impianto di Sellero (BS). Anno 2009



Foto 9, centrale termica di Sellero. Foto 10, area aperta per lo stoccaggio del cippato.



Foto 11, silo di stoccaggio cippato. Foto 12, sistema a spintori per la movimentazione automatica del cippato.



Foto 13, ceneri, residuo della combustione.
Foto 14, alternatore.
Foto 15, turbina a vapore.
Foto 16, sistema di abbattimento fumi, costituito da filtri che consentono il recupero delle polveri sottili.

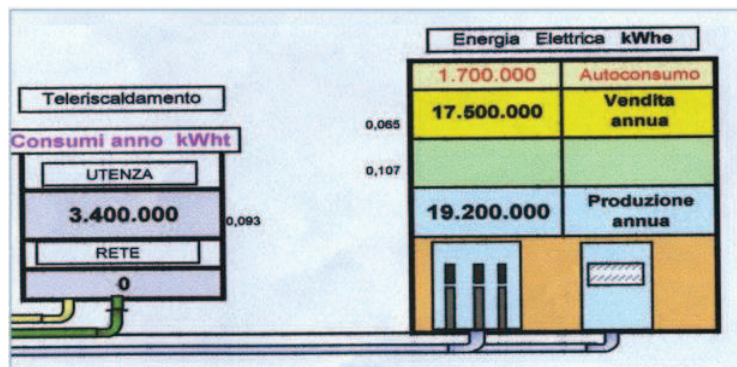
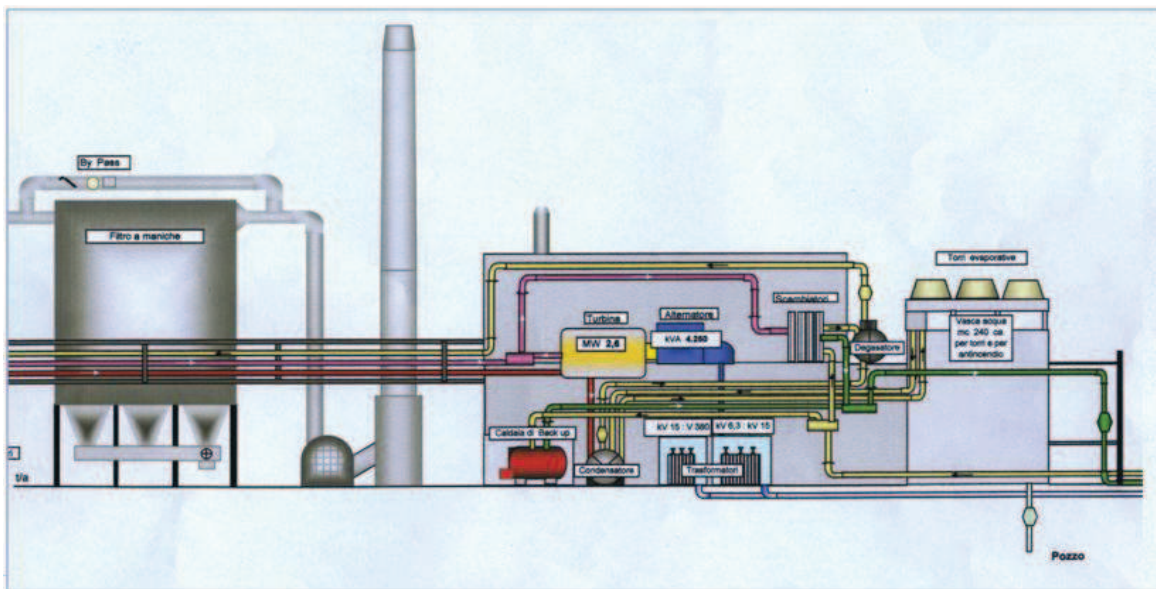
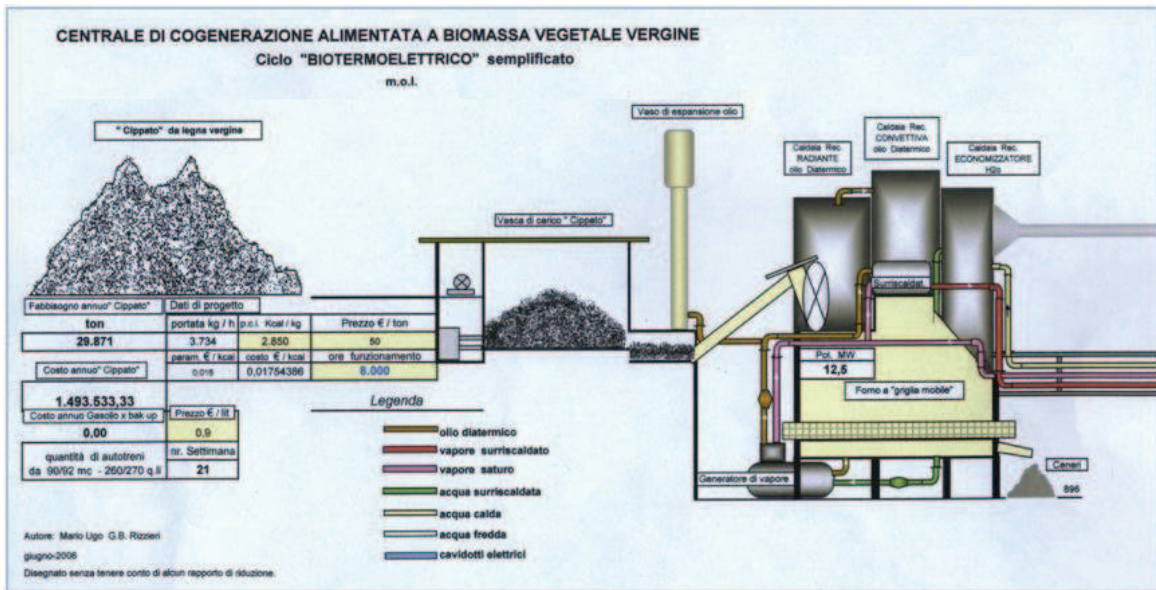


Figura 2, schema di funzionamento semplificato della centrale termica di Sellero, dati giugno 2006 (disegnato senza tener conto di alcun rapporto di riduzione). Fonte Ing. Mario Ugo G.B. Rizzieri.

Calcolo del carico di potenza

La caldaia a biomassa è in funzione tutto l'anno, tranne che per le periodiche operazioni di manutenzione, ed è impiegata a sostenere la base del carico della domanda:

- $PCN = PCI_{ss} \cdot \left(\frac{100-U}{100}\right) - 0,7 \cdot \frac{U}{100} \rightarrow 4,8 \text{ kWh/kg}_{ss} \cdot \left(\frac{100-41}{100}\right) - 0,7 \text{ kWh/kg} \cdot \frac{41}{100} = 2,55 \text{ kWh/kg}_{tq} \rightarrow 2,55 \text{ MWh/t}_{tq}$;
- $ET_{reale} = PCN \cdot m \cdot \eta_T \rightarrow 2,5 \text{ MWh/t}_{tq} \cdot 37.800 \text{ t/anno} \cdot 0,85 = 80.300 \text{ MWh}_t/\text{anno}$;
- $ET_{max} = PT_{OUT_{max}} \cdot H_f \rightarrow 12,9 \text{ MW} \cdot 8.500 \text{ h/anno} = 109.650 \text{ MWh}_t/\text{anno}$;
- $CP_{medio} = ET_{reale} / ET_{max} \rightarrow 80.300 \text{ MWh}_t/\text{anno} / 106.250 \text{ MWh}_t/\text{anno} = 0,732 \approx 73\%$.

La caldaia di back up a metano è utilizzata a supporto nella produzione di energia termica in caso di picchi della domanda, o fermi per guasti - manutenzioni della caldaia a biomassa:

- $ET_{reale} = PCN \cdot m \cdot \eta_T \rightarrow 9,59 \text{ kWh/m}^3_N \cdot 70.000 \text{ m}^3_N/\text{anno} \cdot 0,9 = 604,170 \text{ kWh}_t/\text{anno} \rightarrow 604 \text{ MWh}_t/\text{anno}$;
- $ET_{max} = PT_{OUT_{max}} \cdot H_f \rightarrow 5 \text{ MW} \cdot 400 \text{ h/anno} = 2.000 \text{ MWh}_t/\text{anno}$;
- $CP_{medio} = ET_{reale} / ET_{max} \rightarrow 604 \text{ MWh}_t/\text{anno} / 2.000 \text{ MWh}_t/\text{anno} = 0,302 \approx 30\%$.

Considerazioni

Al 2009 l'impianto di Sellero è l'unico in Valle che produce dalla combustione di biomassa sia energia termica che elettrica, proprio per questo il carico medio della caldaia a biomassa è il più alto tra quelli riscontrati nelle centrali di teleriscaldamento della Valle Camonica. Tuttavia l'impianto di Sellero appare, per quanto riguarda il fabbisogno termico delle utenze, sovradimensionato. Considerando l'ET venduta dall'impianto (6.000 MWh_t nel 2009), un η_T all'85% e un PCN di 2,5 MWh/t_{tq}, occorrerebbero solo 2.800 t_{tq}/anno di cippato; poco più del 10% della biomassa che viene attualmente impiegata. Quindi, considerando le utenze termiche attualmente servite, in un'ottica di massimizzazione del rendimento complessivo dell'impianto (EE+ET), la potenza elettrica attuale appare eccessiva.

La Società che gestisce l'impianto, T.S.N. S.p.a, non prevede di espandere la rete nei prossimi anni.

Per quanto riguarda la produzione di energia elettrica, essendo la potenza elettrica installata superiore a 1 MW_e, sono riconosciuti, oltre al prezzo di vendita dell'EE (nel 2010 PV è stato pari a 66,8 €/MWh_e), incentivi sotto forma di certificati verdi, previsti dalla normativa in vigore per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Inoltre qualora si riuscisse a dimostrare che la biomassa impiegata nella produzione di energia elettrica provenga da non più di 70 km di distanza, i certificati verdi beneficerebbero di un fattore di moltiplicativo pari all'1,8. Quest'ulteriore incentivo potrebbe giustificare un più diretto impegno della società che gestisce l'impianto nel valorizzare la biomassa locale e nel promuovere interventi di carattere ambientale e selvicolturali nei boschi della Valle Camonica.

5.2.5 Impianto di teleriscaldamento e cogenerazione di Edolo

L'impianto gestito dalla Società INTEGRA s.r.l. è composto dalla centrale termica e dalla rete di distribuzione del teleriscaldamento che si estende nel Comune di Edolo e nella frazione Mu per circa 28 km (tra andata e ritorno). La centrale termica è costituita da:

- ✓ 2 caldaie a biomassa da 3 e 3,3 MW_t e da 2 caldaie a metano tradizionali da 1,1 e 3,8 MW_t, entrambe destinate alla produzione di energia termica per il teleriscaldamento;
- ✓ 3 motori a metano per la cogenerazione di energia termica per il teleriscaldamento ed energia elettrica.

I motori endotermici a metano sono in funzione tutto l'anno e oltre a produrre energia elettrica sostengono la base del fabbisogno termico: essi provvedono alla generazione di energia meccanica, convertita poi in elettrica tramite apposito alternatore. Il recupero termico viene invece effettuato principalmente sull'acqua di raffreddamento e dai gas di scarico. I motori endotermici realizzano rendimenti elevati nella produzione di elettricità: rendimento elettrico medio 35%; rendimento termico medio 52%. Le caldaie a biomassa entrano in funzione solo nel periodo invernale (da novembre a marzo), a supporto dei motori a metano, mentre le caldaie a combustibile convenzionale sono accese solo in caso di fermi per guasti o manutenzioni delle caldaie o dei motori; nel 2009 le caldaie a metano hanno erogato 400 MWh_t.

Il rendimento medio è rispettivamente dell'85% per generatori termici a biomassa e del 90% per le caldaie convenzionali a metano.

La biomassa è prelevata dal silo di deposito e introdotta in modo automatico nelle caldaie con sistemi a coclea controllati elettronicamente, tali da regolarne la portata. Le caldaie sono provviste di griglia mobile: la quantità di biomassa bruciata dipende dalla velocità di scorrimento della griglia e dal potere calorifico del materiale utilizzato. La biomassa impiegata è costituita principalmente da cippato e in misura minore da pellet e P.K.S. : grazie alla convenzione stipulata con il Consorzio Forestale della Valle Allione di Paisco-Loveno, il cippato che alimenta le caldaie proviene principalmente da interventi selvicolturali e lotti commerciali realizzati dal consorzio in Valle Camonica.

Nelle caldaie la trasmissione dell'energia termica dai fumi all'acqua del teleriscaldamento si realizza mediante sistemi di scambio termico costituiti da tubi d'acqua. Nel 2009 i due bruciatori a biomassa hanno prodotto all'incirca 190 t di ceneri (100 t dal cippato, 6 t dal pellet, 85 t dal P.K.S.), conferite alla ditta Eurorecuperi.

Il sistema di abbattimento delle polveri prevede l'impiego di batterie a cicloni con recupero termico: oltre a eseguire una filtrazione dei fumi ne riduce la temperatura e l'aria di raffreddamento può vantaggiosamente essere impiegata come aria secondaria nei generatori termici alimentati a biomassa.

Le utenze allacciate nell'agosto 2010 erano 437 (83% domestiche e 17% produttive): i moduli di zona installati presso le abitazioni sono provvisti di scambiatore di calore e

conta calorie; l'installazione, la manutenzione ordinaria e straordinaria della sottostazione sono a carico della società fornitrice del servizio di teleriscaldamento.

E' disponibile anche il servizio di telegestione.

Ad oggi Integra s.r.l. ha realizzato e gestisce, oltre a Edolo, cinque impianti di teleriscaldamento in Valle Camonica e nei paesi limitrofi:

- ✓ Capo di Ponte (BS);
- ✓ Nadro di Ceto (BS);
- ✓ Civate Camuno (BS);
- ✓ Angolo Terme (BS);
- ✓ Rogno (BG).

Dati tecnico-economici							
Destinazione energetica	ET	ET	ET	ET	ET-EE	ET-EE	ET-EE
Tipologia	Caldaie a griglia mobile		Caldaie tradizionali		Motori endotermici		
Potenza nominale MW	3 MW _t	3,3 MW _t	1 MW _t	3,8 MW _t	0,9	0,9	0,9
Ore funzionamento /anno	3.264	2.904			8.760	8.760	8.760
Combustibile: tipologia	Cippato	Pellet	P.K.S.	Metano	Metano		
quantità (t-m ³ _N / anno)	2.050	280	1.060	46.450	1.875.000		
umidità (%)	41	10	10	-	-		
prezzo medio acquisto(€/t-m ³ _N)	70	185	105	0,33	0,33		
Energia termica venduta	14.352 MWh _t /anno						
Energia elettrica venduta	5.447 MWh _e /anno						
Investimento complessivo	575.000 € (solo centrale termica)						

Tabella 7. Dati tecnico-economici impianto di Edolo (BS). Anno 2009

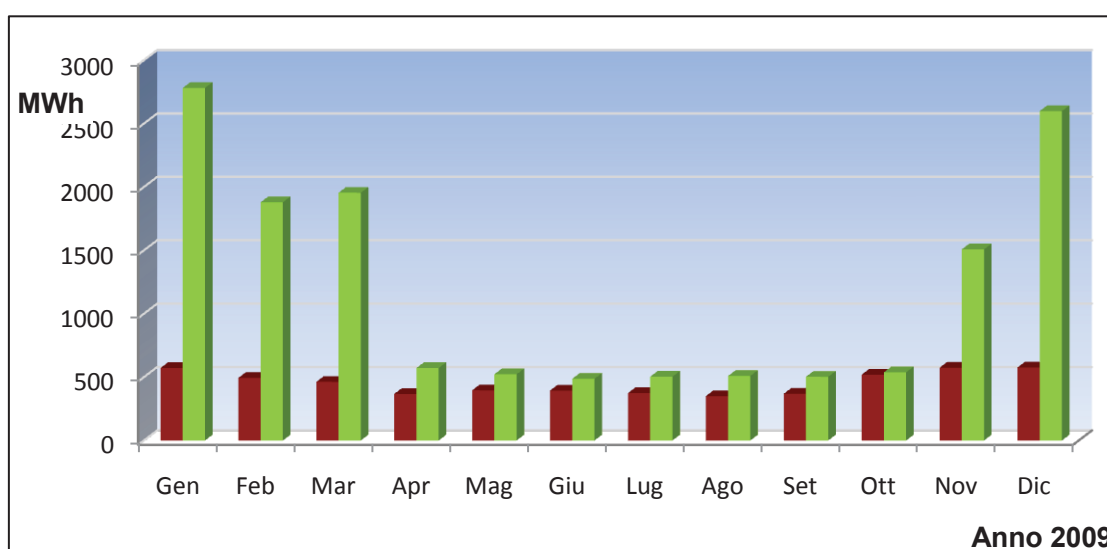


Grafico 1. Energia termica (verde) ed elettrica (rosso) venduta dall'impianto di Edolo. Da apprezzare l'andamento costante della produzione e vendita dell'energia elettrica, così come quello variabile dell'energia termica in funzione delle stagioni.

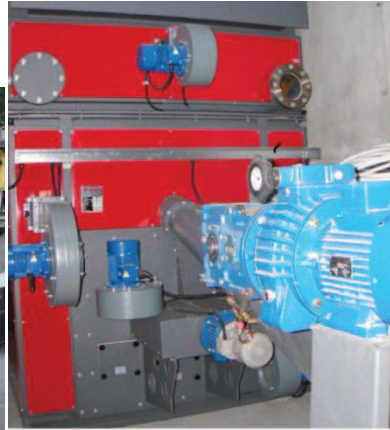


Foto 17,
centrale
termica di
Edolo. Foto
18,
generatore
termico.



Foto 19, rete di condutture interrate in poliuretano espanso con rivestimento in politene.
Foto 20, particolare della griglia mobile inclinata.

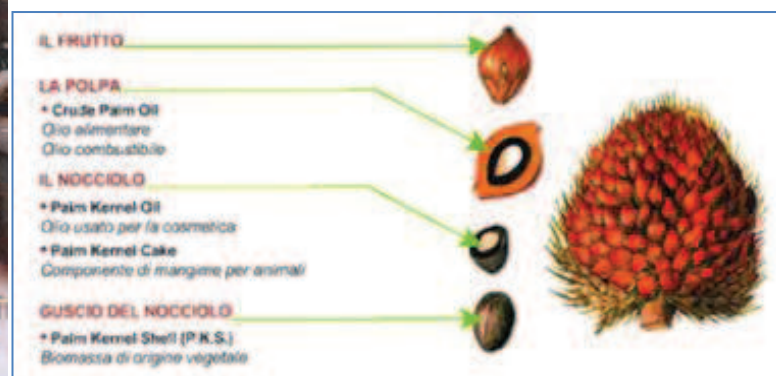


Foto 21, P.K.S. Fonte: [http:// www.sibsiber.com](http://www.sibsiber.com).

Calcolo del carico di potenza generatori termici a biomassa

L' ET_{reale} calcolata è quella relativa ai due generatori termici a biomassa in quanto non si conosce la quantità di biomassa consumata da ciascuna caldaia, ma solo il dato complessivo. L' ET_{reale} è stata ottenuta aggregando l' ET_{reale} calcolata per ogni tipologia di combustibile.

Cippato:

- $PCN = PCI_{ss} \cdot \left(\frac{100-U}{100}\right) - 0,7 \cdot \frac{U}{100} \rightarrow 4,8 \text{ kWh/kg}_{ss} \cdot \left(\frac{100-41}{100}\right) - 0,7 \text{ kWh/kg} \cdot \frac{41}{100} = 2,55 \text{ kWh/kg}_{tq} \rightarrow 2,55 \text{ MWh/t}_{tq}$;
- $ET_{reale \text{ cippato}} = PCN \cdot m \cdot \eta_T \rightarrow 2,55 \text{ MWh/t}_{tq} \cdot 2.050 \text{ t/anno} \cdot 0,85 = 4.443 \text{ MWh}_t/\text{anno}$.

Pellet:

- $PCN = PCI_{ss} \cdot \left(\frac{100-U}{100}\right) - 0,7 \cdot \frac{U}{100} \rightarrow 5,2 \text{ kWh/kg}_{ss} \cdot \left(\frac{100-10}{100}\right) - 0,7 \text{ kWh/kg} \cdot \frac{10}{100} = 4,61 \text{ kWh/kg}_{tq} \rightarrow 4,61 \text{ MWh/t}_{tq}$;
- $ET_{reale \text{ pellet}} = PCN \cdot m \cdot \eta_T \rightarrow 4,77 \text{ MWh/t}_{tq} \cdot 280 \text{ t/anno} \cdot 0,85 = 1.100 \text{ MWh}_t/\text{anno}$.

P.K.S.:

- $ET_{reale \text{ P.K.S.}} = PCN \cdot m \cdot \eta_T \rightarrow 3,8 \text{ MWh/t}_{tq} \cdot 1.060 \text{ t/anno} \cdot 0,85 = 3.424 \text{ MWh}_t/\text{anno}$.

Totale biocombustibili (cippato, pellet, P.K.S.):

- $ET_{reale} = ET_{reale \text{ cippato}} + ET_{reale \text{ pellet}} + ET_{reale \text{ PKS}} \rightarrow 4.443 \text{ MWh}_t/\text{anno} + 1.100 \text{ MWh}_t/\text{anno} + 3.424 \text{ MWh}_t/\text{anno} = 8.970 \text{ MWh}_t/\text{anno}$.

Il dato concernente l' ET_{max} dell'impianto è stato ottenuto aggregando i dati relativi all' ET_{max} di ciascuna caldaia a biomassa:

- $ET_{max \text{ caldaia 3MW}} = PT_{OUT \text{ max}} \cdot H_f \rightarrow 3 \text{ MW}_t \cdot 3.624 \text{ h/anno} = 10.800 \text{ MWh}_t/\text{anno}$;
- $ET_{max \text{ caldaia 3,3MW}} = PT_{OUT \text{ max}} \cdot H_f \rightarrow 3,3 \text{ MW}_t \cdot 2.904 \text{ h/anno} = 9.570 \text{ MWh}_t/\text{anno}$;
- $ET_{max} = ET_{max \text{ caldaia 3MW}} + ET_{max \text{ caldaia 3,3MW}} \rightarrow 10.800 \text{ MWh}_t/\text{anno} + 9.570 \text{ MWh}_t/\text{anno} = 20.370 \text{ MWh}_t/\text{anno}$;
- $CP_{medio} = ET_{reale} / ET_{max} \rightarrow 8.970 \text{ MWh}_t/\text{anno} / 20.370 \text{ MWh}_t/\text{anno} = 0,44 \approx 44\%$.

Calcolo del carico di potenza termica motori a metano

Il calcolo del CP_{medio} riguarda una sola unità di cogenerazione:

- $ET_{reale} = PCI \cdot m \cdot \eta_T \rightarrow 9,59 \text{ kWh/m}^3_N \cdot 625.000 \text{ m}^3_N/\text{anno} \cdot 0,52 = 3.116.750 \text{ kWh}_t/\text{anno} \rightarrow 3.116,75 \text{ MWh}_t/\text{anno}$;
- $ET_{max} = PT_{OUT \text{ max}} \cdot H_f \rightarrow 0,49 \text{ MW}_t \cdot 8.760 \text{ h/anno} = 4.292 \text{ MWh}_t/\text{anno}$;
- $CP_{medio} = ET_{reale} / ET_{max} \rightarrow 3.116,75 \text{ MWh}_t/\text{anno} / 4.292 \text{ MWh}_t/\text{anno} = 0,726 \approx 73\%$.

Calcolo del carico di potenza elettrica motori a metano

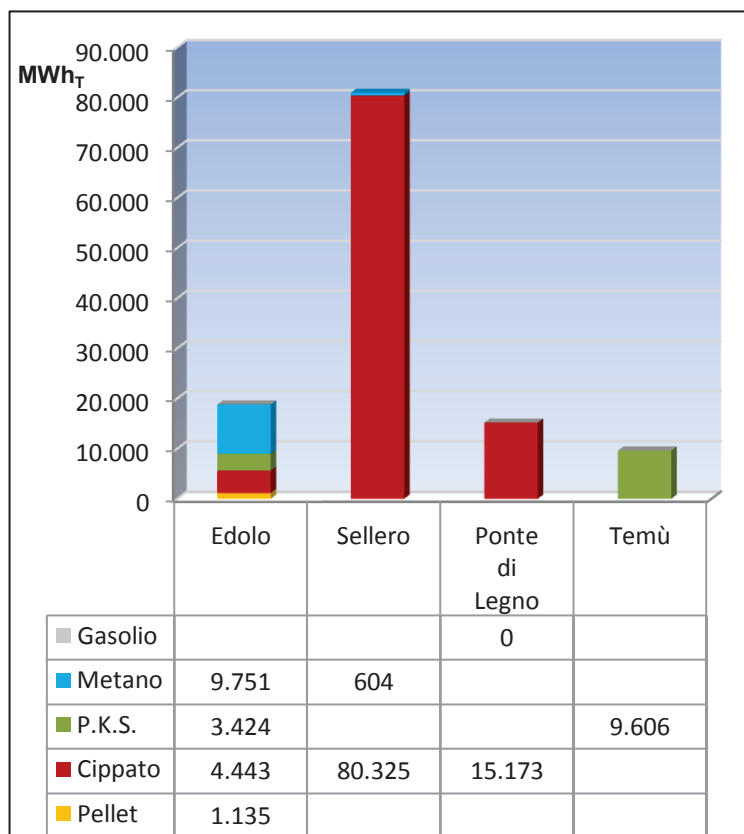
- $EE_{reale} = PCI \cdot m \cdot \eta_e \rightarrow 9,59 \text{ kWh/m}^3_N \cdot 625.000 \text{ m}^3_N/\text{anno} \cdot 0,35 = 2.097.812 \text{ kWh}_e/\text{anno} \rightarrow 2.098 \text{ MWh}_e/\text{anno}$;
- $EE_{max} = PE_{OUT \text{ max}} \cdot H_f \rightarrow 0,33 \text{ MW}_e \cdot 8.760 \text{ h/anno} = 2.891 \text{ MWh}_e/\text{anno}$;
- $CP_{medio} = EE_{reale} / EE_{max} \rightarrow 2.098 \text{ MWh}_e/\text{anno} / 2.891 \text{ MWh}_e/\text{anno} = 0,725 \approx 73\%$.

Considerazioni

Due aspetti caratterizzano la centrale termica di Edolo: la diversificazione tra le biomasse impiegate e l'utilizzo di motori endotermici a metano per soddisfare la

domanda di base dell'energia termica. Nel primo caso, poter impiegare diverse tipologie di biomasse e non essere vincolati nell'impiego di una sola è senz'altro un vantaggio. Nel secondo caso, l'impiego di motori a metano per la cogenerazione di energia termica ed elettrica appare la scelta più indicata sia per le dimensioni che per la destinazione energetica dell'impianto. Questo impianto di cogenerazione si caratterizza per la modularità con cui i gruppi sono stati realizzati: ciascuna unità a metano è equipaggiata con generatore elettrico e con sezioni per il recupero del calore. Questa modularità agevola la manutenzione e riduce i rischi di interruzioni complete del servizio, per contro comporta un aumento dell'incidenza dei costi di manutenzione. L'impianto di Edolo in quanto produttore in cogenerazione di energia termica ed elettrica può beneficiare di incentivi sotto forma di certificati bianchi, mentre non può godere della tariffa omnicomprensiva in quanto l'energia elettrica prodotta non proviene da fonte rinnovabile. I generatori termici a biomassa di Edolo, lavorano con un modesto carico di potenza (44%), mentre le unità di cogenerazione hanno un carico di potenza superiore al 70%; nelle prossime stagioni c'è intenzione di estendere il periodo di funzionamento dei generatori termici a biomassa fino a comprendere l'arco di tempo che va da metà ottobre a metà aprile. In fine merita di essere sottolineato e preso ad esempio l'accordo stipulato tra la società che gestisce la centrale termica e il Consorzio Forestale della Valle d'Allione per la fornitura di biomassa legnosa, in modo particolare di cippato. Questa convenzione stimola e valorizza l'intera filiera bosco-legno-energia locale: dagli interventi di riordino colturale nei soprassuoli boschivi camuni, al maggior lavoro e quindi occupazione per il consorzio e per le ditte forestali, alla valorizzazione energetica dei boschi locali e della biomassa camuna (rinunciando di conseguenza all'impiego di biomassa legnosa extra camuna), con maggiori benefici quindi, sia di carattere ambientale, economico e gestionale.

Grafico 2. Energia termica erogata dalle diverse tipologie di combustibili impiegati nelle centrali termiche di teleriscaldamento della Valle Camonica, nell'anno 2009.



CONSIDERAZIONI FINALI

Le foreste della Valle Camonica e più in generale quelle europee (escludendo le aree periferiche) sono caratterizzate da un elevato grado di secondarizzazione, derivante dall'azione antropica che per secoli ha operato influenzando e modificando le condizioni di naturalità. Ciò ha determinato una diminuzione della capacità omeostatica dell'ecosistema forestale, in altre parole è diminuita la capacità di mantenere un equilibrio stabile e di adattamento a eventuali cambiamenti delle condizioni esterne.

Questa condizione è aggravata da eventi di natura abiotica come i cambiamenti climatici e l'aumento dell'intensità degli eventi esterni. I modelli climatici elaborati per l'area alpina prevedono un aumento di temperatura di 3°C nei prossimi 100 anni: quest'intervallo può sembrare lungo se rapportato alla vita di un essere umano, ma è molto breve se è correlato alla capacità di adattamento delle specie forestali dei climi temperati. I cambiamenti climatici sono anche la causa diretta e indiretta del manifestarsi di eventi di notevole intensità quali il caldo e la siccità prolungati che si alternano a precipitazioni abbondanti in brevi periodi di tempo. I primi oltre a indebolire i meccanismi di difesa delle specie forestali esponendole ad attacchi di insetti dannosi come il bostrico o la processionaria del pino, sono tra le principali cause del preoccupante aumento degli incendi boschivi, mentre i secondi stanno all'origine dei fenomeni di dissesto idrogeologico. Questi eventi sono favoriti da una minore manutenzione del territorio montano a seguito dell'abbandono delle superfici boschive per l'assenza di una valorizzazione commerciale delle risorse forestali e la scarsa redditività delle attività connesse.

Un altro elemento di criticità deriva dall'elevata incertezza che caratterizza il mercato mondiale del legno (politiche paesi emergenti, commercio illegale di legname).

In questo scenario il bosco subisce un ridimensionamento delle funzioni che più frequentemente gli sono attribuite, come quella produttiva, ricreativa, paesaggistica, protettiva, sanitaria, sociale, culturale, spirituale e religiosa, fissazione di C, mitigatrice climatica, con ripercussioni negative, non solo economiche, per l'intera collettività. Tutto ciò non deve creare allarmismi, ma stimolare coloro che si occupano della gestione degli ecosistemi forestali ad adottare logiche di pianificazione forestale più consapevoli e funzionali affinché il bosco venga tutelato e valorizzato.

Funzionale all'aumento della capacità omeostatica è l'adozione di logiche di pianificazione che privilegino un utilizzo multifunzionale delle superfici forestali, in un'ottica non solo commerciale (per la difficile sostenibilità degli interventi, aumento pressione produttiva, sviluppo filiere occasionali), ma in prospettiva di una selvicoltura sostenibile in grado, per esempio, di stimolare la capacità di fissazione di C delle foreste e di esaltare il loro contributo alla stabilizzazione del clima. Un'altra strada da intraprendere è rappresentata dal ripristino e recupero potenziale, non certo sostanziale, delle condizioni di naturalità, cioè quelle condizioni ecologico-strutturali

che avrebbero caratterizzato il bosco se l'uomo non avesse mai esercitato la sua azione, attraverso politiche di gestione forestale mirate: alla conservazione del patrimonio genetico, alla riduzione della banalizzazione compositiva e strutturale dei versanti (aumento della biodiversità), al contenimento del degrado assecondando e favorendo le dinamiche evolutive già intrinseche negli ecosistemi forestali. Importante è inoltre il ruolo assunto in questi anni dai Consorzi Forestali, quali enti in grado di associare soggetti pubblici e privati e di esercitare una gestione capillare, ma nel contempo sistemica, dei soprassuoli forestali.

Per quanto concerne la valorizzazione energetica delle biomasse forestali locali, il progetto "Biomasse", finanziato dalla Regione Lombardia e dalla Provincia di Brescia, aveva una duplice finalità: rivitalizzare la filiera bosco-legno-energia e migliorare la struttura dei boschi della Valle Camonica, ovvero verificare la sostenibilità economica e ambientale di approvvigionamento di biomasse ad uso energetico. Nell'ambito del progetto sono stati eseguiti degli interventi di riordino colturale in soprassuoli costituiti prevalentemente da peccete montane di derivazione secondaria, caratterizzati da un elevato grado di densità e da evidente disordine fisionomico-strutturale. Con gli introiti derivanti dalla vendita del legname, è stato possibile finanziare interventi di manutenzione straordinaria della rete viaria agro-silvo-pastorale e infrastrutture (per es. acquedotto), che hanno consentito di migliorare l'accessibilità e la fruibilità delle aree montane. Il progetto ha stimolato la crescita della filiera bosco-legno-energia camuna: sia le ditte boschive che i Consorzi Forestali hanno beneficiato di una maggiore mole di lavoro con ripercussioni positive dal punto di vista economico e professionale, mentre le segherie e le centrali a biomassa hanno aumentato la quota di approvvigionamento locale di legname.

Per contro, dall'analisi del quadro economico consuntivo è evidente che in assenza di finanziamento pubblico, gli interventi eseguiti in ambito forestale non potrebbero aver luogo perché non economicamente sostenibili. Tra i lotti boschivi analizzati quello che presenta il più elevato indice di copertura dei costi è il lotto di Niardo: le cause sono molteplici, dall'accessibilità delle aree di taglio, alla modalità di esbosco adottata dalle ditte boschive, alle caratteristiche tecnologiche del legname, la qualità e quantità degli assortimenti legnosi, alle indicazioni gestionali adottate dai tecnici forestali in fase di assegnazione al taglio. In dettaglio, analizzando i dati riportati nei grafici 4 e 5 (pagine 36 e 37), è possibile evidenziare che:

- ✓ nel lotto di Niardo il 27% del legname tagliato è stato destinato alle segherie, contro il 34% che rappresenta il valore medio. Solo il lotto di Civate C. ha ricavato meno legname da opera, 10%;
- ✓ il valore attribuito al legname da opera del lotto Niardo è il più elevato tra gli otto lotti del progetto, dovuto probabilmente alle caratteristiche tecnologiche legname (buone dimensioni ipso-diametriche, ampiezza regolare degli anelli di

accrescimento, assenza di nodosità, carie e marciumi, restrematura non eccessiva) e alla modalità di lavorazione del legname della ditta boschiva;

- ✓ il costo del lavoro delle ditte boschive è tendenzialmente uniforme tra i diversi lotti.

Alla luce delle constatazioni sopra esposte è possibile affermare che la sostenibilità economica di un lotto boschivo non possa prescindere da un'insieme di fattori, tra cui la necessità di selezionare, sia pure in quantità esigua, assortimenti legnosi di discreto valore da destinarsi alle segherie.

Dall'indagine condotta sulle centrali di teleriscaldamento operanti in Valle Camonica è emerso che, attualmente l'applicazione ottimale è rappresentata dal teleriscaldamento di dimensioni medio – piccole (indicativamente impianti con potenza nominale < 10 MW_t), che fornisce calore ad un'insieme di abitazioni e altre utenze (es. attività produttive, ospedali, piscine, ecc.), nelle vicinanze del luogo di produzione della biomassa utilizzata (scarti di segheria, legname proveniente da lotti commerciali, dalla pulizia dei boschi bosco e da colture dedicate). Taglie superiori ai 10÷15 MW_t comportano necessariamente l'ampliamento del bacino di approvvigionamento, fanno crescere i costi economici e ambientali dovuti al trasporto e non permettono la valorizzazione del legno localmente disponibile.

Concludendo, in un'ottica di un approccio multifunzionale nella gestione delle superfici forestali, l'impiego a fini energetici della biomassa forestale rappresenta indubbiamente un'opportunità per la valorizzazione dei boschi della Valle Camonica, ma non deve essere l'unica indicazione gestionale: un approccio diversificato e improntato verso numerose alternative gestionali, rappresenta la condizione ideale per tutelare e valorizzare il patrimonio forestale.



RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

AA. VV. – BOSCHI DI LOMBARDIA - Cierre edizioni Regione Lombardia, Milano 2004.

Bernetti G. - La Marca O. - ELEMENTI DI DENDROMETRIA - Edizioni Scaf -Barberino di Mugello (FI), 1983.

C.E.T.A. (Centro di Ecologia Teorica ed Applicata di Gorizia) - ENERGIA DALLE BIOMASSE - Università degli Studi di Udine, Dipartimento di Energetica e Macchine - 2006.

Comunità Montana di Valle Camonica - Convegno su “FORESTE DI VALLE CAMONICA: EREDITA’ COMUNE E RICCHEZZA DEL FUTURO” - Cevo 2011.

Comunità Montana di Valle Camonica e Parco dell’Adamello – I QUADERNI DEL PARCO N° 6 . MODELLI DI GESTIONE FORESTALE PER IL PARCO DELL’ADAMELLO – Breno 2012.

Comunità Montana di Valle Camonica e Parco dell’Adamello - PIANO DELLA VIABILITA’ AGRO-SILVO-PASTORALE - aggiornamento 2009.

Del Favero R. et al. - I TIPI FORESTALI DELLA LOMBARDIA - Cierre edizioni, Regione Lombardia, Milano 2002.

ENEA Ufficio Studi - Convegno su - USI TERMICI DELLE FONTI RINNOVABILI - 2009.

Fiala M. - ENERGIA DA BIOMASSE AGRICOLE - Università degli Studi di Milano, Facoltà di Agraria - 2012.

Moribondo F. - INTRODUZIONE ALLA PATOLOGIA FORESTALE - UTET Torino, 1999.

Oggioni Stefano - Roberto Zarrelli - ECOLOGIA E GEOPEDOLOGIA - Calderini Ed agricole - Bologna 2000.

Piussi P. - SELVICOLTURA GENERALE – UTET Torino, 1994.

Polelli M. – NUOVO TRATTATO DI ESTIMO – Maggioli Editore, 2006.

Proh S. – UTILIZZAZIONE A FINI ENERGETICI DI LEGNO CIPPATO DA FUSTAIA IN UN COMUNE DELLA PROVINCIA DI SONDRIO – Tesi di Diploma Universitario in “Valorizzazione e Tutela dell’Ambiente e del territorio montano”, Università degli Studi di Milano, Facoltà di Agraria, A.A. 2007-2008.

SITI INTERNET

<http://www.regione.lombardia.it>

<http://www.cmvallecamonica.bs.it>

<http://www.ricercaforestale.it>

<http://www.fiper.it>

[http:// www.la220azzurra.it.](http://www.la220azzurra.it)

[http:// www.sibsiber.com.](http:// www.sibsiber.com)

ALLEGATO:

INDAGINE CONOSCITIVA CENTRALI DI TELERISCALDAMENTO OPERANTI
IN VALLE CAMONICA

INDAGINE CONOSCITIVA CENTRALI DI TELERISCALDAMENTO OPERANTI IN VALLE CAMONICA

SCHEMA TECNICA DI RILIEVO

SOCIETARIO	IMPIANTO DI EDOLO	IMPIANTO DI TEMU'	IMPIANTO DI PONTE DI LEGNO	IMPIANTO DI SELLERO
INQUADRAMENTO SOCIETARIO				
Denominazione	INTEGRA s.r.l.	Società per lo sviluppo dell'alta Valcamonica s.r.l. (SO.SV.A.V.)		Teleriscaldamento Sellero Novelle S.p.A. (T.S.N.)
Sede legale	Via Rigamonti, Darfo Boario Terme (BS)	Via Piazzale Europa n. 9, Ponte di Legno (Bs)		Piazza Donatori di sangue, 25050, Sellero (BS)
Sede impianto	Via Rassiche, Edolo (Bs)	Località Prati Grandi, Temù (Bs)		Via Bet, Sellero (Bs)
Tipo proprietà	Mista: 48% FEN ENERGIA, 52% Consorzio Servizi Valle Camonica	Pubblica: 96% Fondazione Alta Valle Camonica (composta dai Comuni di Ponte di Legno e Temù) e per la rimanenza dai Comuni di Vezza d'Oglio, Monno, Incudine, Vione e dall'Unione dei Comuni dell'alta Valle.		Privata: ARTEMIDE energia 74%
Sito internet	www.vallecamonicaservizi.it			www.teleriscaldamento-tsn.it
Indirizzo e-mail	integra-srl@libero.it	amministrazione@sosvavrli.it		info-tsn-ita@cofely-gdfsuez.com
Riferimento societario	Direttore, dott. Diego Beltracchi	Ing. Rizzi Antonella		Direttore operativo, ing. Federico Caloi;

INQUADRAMENTO		IMPIANTO DI EDOLO	IMPIANTO DI TEMU'	IMPIANTO DI PONTE DI LEGNO	IMPIANTO DI SELLERO
Investimento complessivo	575000 €. Dato non comprensivo delle spese per la rete del teleriscaldamento.	Nel maggio 2007, SO.SV.A.V. è subentrata nella gestione della rete.	5.000.000 € centrale termica, 1.500.000 € I° lotto, 3.200.000 € II° lotto	16.000.000 €;	
Anno di avviamento	Novembre 2004	2004	2009	2003 ET - 2004 EE	
Organico complessivo	N. 5	N. 3 amministratori e 5 dipendenti		N. 8	
Dirigenza	N. 1	N. 3		N. 1	
Amministrazione e ufficio tecnico	N. 3	N. 1		N. 1	
Addetti impianto di generazione	N. 1	N. 3 + 1		N. 6	
Addetti al servizio utenza					
CARATTERISTICHE TECNICHE IMPIANTO					
Destinazione energetica	ET+EE	ET	ET	ET	ET+EE
Generatore termico a biomassa					
Numero caldaie	2	2	2	1	
Potenza termica unitaria caldaie	3,0 MW _t e 3,3 MW _t	2,9 MW _t	4 MW _t e 6 MW _t	12,9 MW _t	
Potenza termica dell'impianto a biomassa	6,3 MW _t	5,8 MW _t	10 MW _t	12,9 MW _t	
Potenza elettrica turbina per cogenerazione				2,6 MW _e	
Generatore termico a combustibile convenzionale					

	IMPIANTO DI EDOLO	IMPIANTO DI TEMU'	IMPIANTO DI PONTE DI LEGNO	IMPIANTO DI SELLERO
Numero caldaie	2 a metano tradizionali		1 di back up a gasolio	1 di back up a metano
Numero motori	3 a metano per cogenerazione			
Potenza termica unitaria caldaie	1,1 MW _t e 3,8 MW _t		8 MW _t	5 MW _t
Potenza termica dell'impianto a combustibile convenzionale	4.9 MW _t		8 MW _t	5 MW _t
Potenza termica ed elettrica unitaria motori per cogenerazione	0.490 MW _t 0,331 MW _e			
Energia termica venduta - anno 2009-	14.352 MWh _t	Dato non disponibile	Dato non disponibile	6.000 MWh _t
Energia elettrica venduta - anno 2009-	5.447 MWh _e			11.800 MWh _e
Rendimento medio generatori termici				
Biomassa	85%	80%	85%	85%
Combustibile convenzionale	Caldaie a metano: 90%. Motori a metano per cogenerazione: 35% elettrico, 52% termico		80% - 90%	90%
Periodo di funzionamento Anno 2009				
Biomassa	Caldaia da 3 MW _t : 3.624 h/anno Caldaia da 3,3 MW _t : 2.900 h/anno	4.344 h/anno La centrale termica di Temù da maggio ad ottobre viene spenta e tutta l'energia erogata viene prodotta tramite le c.t. di Ponte di Legno.	Caldaia da 4 MW _t : 8.400 h/anno. Caldaia da 6 MW _t : 2.900 h/anno	8500 h/anno

CARATTERISTICHE

	IMPIANTO DI EDOLO	IMPIANTO DI TEMU'	IMPIANTO DI PONTE DI LEGNO	IMPIANTO DI SELLERO
Convenzionale	Impianto a cogenerazione: 8760 h/anno		0 h/anno	400 h/anno
Potenza elettrica ausiliari				
Biomassa	90 kW	N. 4 pompe da 55 kW di cui solo 2 in funzione N. 8 pompe da 30 kW di cui solo 2 in funzione	N. 3 pompe da 132 kW di cui solo 2 in funzione (rete di distribuzione) N. 2 pompe da 50 kW di cui solo 1 in funzione (caldaie) N. 2 pompe da 30 kW, di cui solo 1 in funzione (caldaie)	N. 1 pompa da 4,1 kW N. 1 pompa da 14,3 kW N. 1 pompa da 28,2 kW N. 2 pompe da 14 kW
Convenzionale	110 kW		N. 3 pompe da 30 kW di cui solo 2 in funzione	
Mezzi meccanici e impianti in dotazione per gestione/movimentazione biomasa				
Trattori				
Ruspe/ranghi/pale	N. 1 minipala	N. 1 pala da 79,5 kW		N. 1 pala gommata 115 kW N. 1 merlo telescopico
Cippatrice				
Altro				
Essiccatoio				
Capacità stoccaggio biomassa				
In aree chiuse			500 m ³	1.000 m ³
In aree aperte	100 m ³	2500 m ³		1.000 m ³
Superficie coperta complessiva			70 m ²	200 m ²
Superficie aperta per lo stoccaggio biomassa	200 m ²	750 m ²		400 m ²
Tipologia sistema abbattimento fumi				

	IMPIANTO DI EDOLO	IMPIANTO DI TEMU'	IMPIANTO DI PONTE DI LEGNO	IMPIANTO DI SELLERO
A secco con / senza recupero termico	Ciclone con recupero termico		Filtro a maniche con recupero polveri sottili	Filtro a maniche con recupero polveri sottili
A umido con / senza recupero termico				
Elettrostatici		I		
Altro				
Reagenti impiegati	Nessuno	Nessuno	Nessuno	Calce idrata 70,8 t/anno
Quantità di ceneri prodotte e destinazione	190 t/anno, conferite alla ditta Eurorecuperi	70 t/anno, conferite in discarica autorizzata	110 t/anno, conferite in discarica autorizzata	2.500 t/anno (ceneri e polveri sottili), conferite a ditte specializzate
COMBUSTIBILI UTILIZZATI -anno 2009-				
Tipo e caratteristiche energetiche				
Tipo biomassa 1) Il PKS "palm kernell shell" è il guscio del nocciolo del frutto della palma da olio.	Cippato: ρ 300-350 kg/m ³ ; U 30-50%; PCI 4,8-5,0 kWh/kg _{SS} Pellet: ρ 750-850 kg/m ³ ; U 8-12 % PCI 4,8-5,2 kWh/kg _{SS} PKS ¹ : U 10 %; PCI 4,29 kWh/kg _{SS}	PKS : U 10 %; PCI 4,29 kWh/kg _{SS}	Cippato: ρ 300-350 kg/m ³ ; U 30-50%; PCI: 4,8-5,0 kWh/kg _{SS}	Cippato: ρ 300-350 kg/m ³ ; U 30-50%; PCI 4,8-5,0 kWh/kg _{SS}
Tipo combustibile convenzionale	Metano: PCI 9,59 kWh/m ³ _N		Gasolio: PCI 11,86 kWh/kg	Metano: PCI 9,59 kWh/m ³ _N
Quantità utilizzate Anno 2009				
Biomassa	Cippato: 2050 t/anno Pellet: 280 t/anno PKS: 1060 t/anno	PKS: 3.160 t/ anno	Cippato: 7.000 t/anno	Cippato: 37.800 t/anno
Convenzionale	Metano: 1.875.000 m ³ _N /anno per cogenerazione		Gasolio: 0 t/anno	Metano: 80-70.000 m ³ _N / anno

		IMPIANTO DI EDOLO	IMPIANTO DI TEMU'	IMPIANTO DI PONTE DI LEGNO	IMPIANTO DI SELLERO
Provenienza e modalità di approvvigionamento					
Tipo biomassa 1) Principalmente dal Consorzio Forestale Valle Allione.		Cippato: locale ¹ . Pellet: nazionale, trasporto su gomma. PKS: internazionale, trasporto nave + gomma	PKS: internazionale, trasporto nave + gomma	Cippato : locale, trasporto su gomma	Cippato: locale e nazionale, trasporto su gomma
Tipo combustibile convenzionale		Metano: approvvigionamento dalla rete di distribuzione. Fornitore: Valle Canonica Servizi Vendite S.p.a		Gasolio: approvvigionamento dal serbatoio di accumulo. Fornitore locale	Metano: approvvigionamento dalla rete di distribuzione. Fornitore locale
Prezzo medio di acquisto					
Tipo biomassa		Cippato: 70 €/t Pellet: 185 €/t PKS: 105 €/t	PKS: 110 - 120 €/t	Cippato: 60 €/t	Cippato: 50 €/t
Tipo combustibile convenzionale		Metano: 0.33 €/m ³ N		Gasolio: 1 €/kg	Metano: 0,40 €/m ³ N
RETE DI TELERISCALDAMENTO					
TELERISCALDAMENTO					
Estensione della rete (andata e ritorno)		25 km su Edolo + 3 km su Mu	26 Km	16 km	21 km
Avvio distribuzione ET		Novembre 2004	Anno 2004	Gennaio 2009	Anno 2003
Diametro condutture principali andata e ritorno (mm)		Linea 1 DN 250 Linea 2 DN 200	DN 200 / DN 150 / DN100/DN 80	da DN 350 a DN 80	DN 250 mm
Temperatura media di andata e di ritorno		78°C andata 70°C ritorno	85°C andata 65°C ritorno	90°C andata 65°C ritorno	95°C andata 78°C ritorno
Tipo coibentazione tubazioni		Poliuretano espanso e rivestimento in politere	Poliuretano espanso e rivestimento in politere	Poliuretano espanso e rivestimento in politere	Poliuretano espanso e rivestimento in politere

COMBUSTIBILI

DAMNTO

RETE DI TELERISCALDAMENTO		IMPIANTO DI EDOLO	IMPIANTO DI TEMU'	IMPIANTO DI PONTE DI LEGNO	IMPIANTO DI SELLERO
Services resi a utenti		Installazione scambiatore, fornitura energia, manutenzione ordinaria, manutenzione straordinaria. Qualcuno anche telegestione	Installazione scambiatore, fornitura energia, manutenzione ordinaria, manutenzione straordinaria	Installazione scambiatore, fornitura energia, manutenzione ordinaria, manutenzione straordinaria	Installazione scambiatore, fornitura energia, manutenzione ordinaria, manutenzione straordinaria
Previsione estensione rete	No		Si	Si	No
Utenze allacciate					
Totali iniziali	Il primo inverno n. 70		Nel maggio 2007 n. 189 (data di subentro di SO.SV.A.V. nella gestione della rete)	N. 20	0
Totali agosto 2010	N. 437 nel Comune di Edolo		N. 430 nel Comune di Temù	N. 313 nel Comune di Ponte di Legno e Villa Dalegno	N.450 nei Comuni di Sellero e di Cedegolo
Domestici	N. 364 utenze, di cui il 95% utilizza il servizio di acqua calda sanitaria		N. 407 utenze. Circa 80% utilizza il servizio di acqua calda sanitaria	N. 273 utenze. Circa 80% utilizza il servizio di acqua calda sanitaria	N. 382 utenti. Tutti utilizzano il servizio di acqua calda sanitaria
Potenza media fornita domestici	22-24 kW _t per utenza		19.000 kW _t totali	12.000 kW _t totali	34 kW _t per utenza
Non domestici / produttivi	N. 73 utenze, di cui solo il 5% utilizza il servizio di acqua calda sanitaria		N. 23 utenze. Il 70% utilizza il servizio di acqua calda sanitaria	N. 40 utenze. Il 70% utilizza il servizio di acqua calda sanitaria	N. 45 utenze commerciali e n. 23 utenti pubblici. Tutti utilizzano il servizio di acqua calda sanitaria
Potenza media fornita non domestici / produttivi	150-170 kW _t per utenza		2.000 kW _t totali	9.000 kW _t totali	100 kW _t per utenza
Potenziale popolazione servita	1.092 persone		1.600 persone	1.200 persone	1.350 persone
Totali in previsione per l'anno 2011	N. 500 utenze		N. 500 utenze	N. 400 utenze	N. 450 utenze
INFORMAZIONI AREA					
SERVITA					
Popolazione	4.318 abitanti		1.014 abitanti	1.870 abitanti	2.803 abitanti
Altitudine	699 m s.l.m		1.155 m s.l.m	1.257 m s.l.m	476 m s.l.m.
Zona climatica	F, 3209 GG		F, 3861 GG	F, 4007 GG	E, 2890 GG