

SWOT-AHP come strumento inclusivo di analisi della filiera foresta-legno-energia: il caso di studio della Val Sarentino (Alto Adige)

Natasha Nikodinoska⁽¹⁾, Michela Mattivi⁽³⁾, Sandra Notaro⁽³⁾, Alessandro Paletto*⁽²⁾, Giorgio Sparapani⁽⁴⁾

(1) Laboratorio di Ecodinamica e Sviluppo Sostenibile, Dipartimento di Scienze e Tecnologie, Università degli studi di Napoli Parthenope, Napoli (Italy); (2) Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria - Unità per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale (CRA-MPF) p.za Nicolini 6, 38123 Villazzano di Trento, TN (Italy); (3) Dipartimento di Economia e Management, Università degli studi di Trento, TN (Italy); (4) Stazione forestale Sarentino, Provincia Autonoma di Bolzano, BZ (Italy) - *Corresponding Author: Alessandro Paletto (alessandro.paletto@entecra.it).

Abstract: SWOT-AHP as an inclusive analytical tool of the forest-wood-energy chain: the case study of the Sarntal (South Tyrol). In the last years, the use of forest biomass for energy purpose is steadily increasing to tackle energy security issues and to mitigate climate change by stabilizing greenhouse gases (GHG) concentrations in the atmosphere. In Italy, the new National Energy Strategy established that the renewable energy must cover 20% of gross energy demand by 2020. In order to achieve this objective the forest biomass could be of fundamental importance. In this context of increasing extraction of wood residues from forests, it is relevant to analyse two key aspects: (1) the involvement of stakeholders in the strategy for the valorization of forest-wood-energy chain at local level; and (2) the potential impacts of increased forest biomass extraction on environment. This paper analyses these two aspects through the stakeholders' opinions in a case study in the Alto Adige (Sarentino valley). Stakeholders' opinions concerning the analysis of SWOT categories (strengths, weaknesses, opportunities, threats) of the bioenergy supply chain were investigated using the SWOT-AHP (Analytical Hierarchy Process) approach. The results show that the local stakeholders emphasize some strengths (e.g., additional income over time for private forest owners) and opportunities (e.g., development of shared forest management strategies among small forest owners) of forest-wood-energy chain, and consider less relevant the weaknesses and threats. The results concerning one of most important potential threats - impacts on environment - show that all groups of stakeholders (public administrations, associations and NGO, research bodies and universities, and actors of rural sector) consider positive the impacts of increased forest biomass extraction on recreational activities and negative on other three ecosystem services (carbon sequestration, hydrogeological protection, and biodiversity).

Keywords: Forest-wood-energy Chain, Forest Biomass, Stakeholders, SWOT Analysis, AHP (Analytical Hierarchy Process), Val Sarentino (Alto Adige)

Received: Dec 17, 2014; Accepted: Apr 14, 2015; Published online: Jun 20, 2015

Citation: Nikodinoska N, Mattivi M, Notaro S, Paletto A, Sparapani G, 2015. SWOT-AHP come strumento inclusivo di analisi della filiera foresta-legno-energia: il caso di studio della Val Sarentino (Alto Adige). *Forest@* 12: 1-15 [online 2015-06-20] URL: <http://www.sisef.it/forest@/contents/?id=efor1536-012>

Introduzione

Nel corso degli ultimi decenni, il settore bioenergetico ha ricoperto una sempre crescente importanza nella politica energetica dell'Unione Europea (UE) al

fine di diminuire la dipendenza dei paesi membri dall'importazione di combustibili fossili (*energy security* - Egenhofer et al. 2011, Bentsen & Felby 2012), di diversificare l'offerta energetica (Moiseyev et al.

2011) e di ridurre le concentrazioni di gas clima alteranti in atmosfera (Magnani 2005, Stupak et al. 2007).

A partire dal Libro Verde sulle fonti energetiche rinnovabili della Commissione Europea (1996), che ha dato un primo importante impulso a favore delle energie rinnovabili prevedendo l'aumento della quota energetica coperta da rinnovabili dal 6% al 12% in riferimento al periodo 1996-2010 (Ericsson & Nilsson 2006), l'importanza delle fonti rinnovabili come alternativa ai combustibili fossili è aumentata. In particolare, la Direttiva Europea 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili ha previsto in modo congiunto una riduzione delle emissioni di gas clima alteranti in atmosfera del 20% (1990-2020), un aumento dell'efficienza energetica del 20% e un incremento del fabbisogno di energia ricavato da fonti rinnovabili del 20% (*target* 20-20-20 - EC 2009). Inoltre, la recente *Energy Strategy 2020* della Commissione Europea prevede nel lungo periodo (2050) un *target* di riduzione delle emissioni di gas clima alteranti in atmosfera tra l'80% e il 95% (EC 2010). In aggiunta, il *Bioeconomy Action Plan* della Commissione Europea (2013) ha identificato tre tipi di iniziative strategiche a favore della bioeconomia nei paesi membri dell'UE: (1) gli investimenti nella ricerca, nell'innovazione e nelle competenze degli operatori; (2) il rafforzamento delle sinergie politiche e del coinvolgimento dei portatori d'interesse (*stakeholders*) attraverso la creazione del *Bioeconomy Panel* e del *Bioeconomy Observatory*; (3) l'aumento del mercato e della competitività della bioeconomia.

In questo contesto politico, favorevole ad un ulteriore sviluppo delle fonti rinnovabili in una prospettiva di *green economy* o *bioeconomy*, il settore bioenergetico ha il potenziale di rivestire sempre di più un ruolo di primaria importanza, anche grazie alla possibilità di generare nuove opportunità lavorative (Soliño et al. 2009). Per quanto concerne nello specifico le biomasse forestali, alcuni recenti studi ne hanno evidenziato le potenzialità future sia in termini di domanda sia di offerta (Mantau et al. 2010, Beurskens et al. 2011, Dees et al. 2011). In riferimento al 2010, l'offerta di legno totale dei paesi dell'UE è stata di circa 1 miliardo di m³ (corrispondenti a 8500 PJ), mentre la domanda è stata di circa 800 milioni di m³ (57% per uso industriale e 43% per usi energetici). Inoltre, il 49% dell'uso totale di energie rinnovabili nei paesi UE è stato coperto, in quello stesso anno, da biomasse legnose e tale percentuale è destinata a crescere nei prossimi anni (Hänninen & Mutanen 2014). In tal senso, il modello previsionale EUwood,

sviluppato dalla UNECE (*United Nations Economic Commission for Europe*) in collaborazione con la FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*) e l'Università di Amburgo, ha stimato che il potenziale di legna dalle foreste europee potrebbe variare tra i 625 e gli 898 milioni di m³ nel 2030, a fronte di una domanda che si stima crescere al 73% (Mantau et al. 2010).

Questo *trend* riferito all'intera UE si riscontra anche in Italia dove nel 2011 la quota di consumi energetici coperta da fonti rinnovabili era del 11.2% e le biomasse legnose ricoprivano il 25% della quota totale di rinnovabili (ENEA 2011). A titolo di confronto merita ricordare che dodici anni prima (1999) il consumo di legna da ardere per uso domestico era di 14.5 Mt, corrispondente al 3% del fabbisogno nazionale (Gerardi & Perrella 2001). In aggiunta, va ricordato che la recente Strategia Energetica Nazionale prevede il superamento di tutti gli obiettivi ambientali fissati dall'Unione Europea per il 2020 (*target* 20-20-20) ed in particolare prevede una riduzione delle emissioni di gas clima alteranti del 21% rispetto al 2005, una riduzione del 24% dei consumi primari rispetto all'andamento inerziale al 2020 e il raggiungimento del 19-20% di incidenza dell'energia rinnovabile sui consumi finali lordi. Tale documento demanda ai singoli Piani Energetici Regionali l'implementazione della strategia nazionale a livelli più specifici (regionale e comunale) attraverso il coinvolgimento dei portatori d'interesse (*stakeholders*) locali. In tal senso, le conoscenze e le opinioni degli *stakeholders* possono supportare i *decision makers* nella definizione delle strategie di valorizzazione delle energie rinnovabili su scala locale, in aggiunta agli *input* in termini di fattibilità economica ed ambientale forniti dagli esperti (Fagarazzi et al. 2014). In questo scenario complessivo due aspetti risultano di particolare importanza: (1) il coinvolgimento dei portatori d'interessi locali nella definizione delle strategie di valorizzazione della filiera foresta-legno-energia; e (2) l'ottimizzazione dell'estrazione di biomasse legnose da foresta per finalità energetiche, minimizzando gli impatti negativi sull'ecosistema forestale.

Sulla base di suddette considerazioni il presente lavoro si prefigge l'obiettivo di analizzare questi due aspetti chiave attraverso le opinioni dei portatori d'interesse. Tramite l'approccio SWOT-AHP, applicato a scala locale, sono state valutate in termini quali-quantitativi le opinioni dei portatori d'interessi a riguardo dei punti di forza, punti di debolezza, opportunità e minacce (fattori e categorie dell'analisi SWOT) della filiera foresta-legno-energia in un caso

di studio (Val Sarentino, Alto Adige). Inoltre, nella stessa area studio è stata analizzata la percezione degli *stakeholders* nei confronti degli impatti relativi all'estrazione di biomasse forestali a uso energetico sui principali servizi ecosistemici svolti dalle foreste alpine.

Materiali e metodi

Area di studio

L'area di studio è la Val Sarentino (302.5 km²) in Alto Adige, a 16 km dalla città di Bolzano. La popolazione residente nel comune di Sarentino, unico comune della valle, è pari a 6890 abitanti (Astat 2013), corrispondente ad una densità di circa 23 abitanti per km². La popolazione attuale è il risultato in un *trend* demografico positivo registratosi negli ultimi 40 anni (+18% dal 1971 ad oggi). A livello d'uso del suolo le foreste - principalmente formazioni pure o miste a prevalenza di abete rosso (*Picea abies* (L.) H. Karst) - rappresentano il 45.8% della superficie territoriale, mentre i pascoli e i prati permanenti coprono il 26.4%. Complessivamente in Val Sarentino sono presenti circa 600 proprietari forestali con una superficie media per proprietario di 23 ettari.

Il clima della valle è montano con temperature che variano considerevolmente a seconda dell'altitudine. Il punto più basso della valle si trova a circa 600 m s.l.m., mentre le cime più alte superano i 2500 m s.l.m. Nei pressi dell'abitato di Sarentino (961 m s.l.m.) la temperatura media annua è pari a circa 6.5 °C. Nei mesi invernali le medie scendono al di sotto dello zero, mentre in estate sono di circa 15 °C; nei periodi più caldi le temperature raggiungono valori intorno ai 30 °C. La pluviometria media annua è pari a circa 830 mm, con precipitazioni tendenzialmente più abbondanti nei mesi di maggio ed ottobre.

La Val Sarentino è una valle rurale dove il settore primario, selvicoltura e agricoltura di montagna, svolge un ruolo di primaria importanza per la comunità locale. A livello di attività economiche sono presenti numerose piccole imprese che operano nel settore edile e più specificatamente nella costruzione di edifici, nell'installazione di impianti e nel completamento delle finiture. Sono inoltre presenti varie carpenterie e falegnamerie che lavorano il legname locale e una segheria di medio-grandi dimensioni (84 dipendenti) che produce annualmente 50 000 m³ di volume di legno segato e circa 30 000 m³ di sottoprodotti di segheria, quest'ultimi per la maggior parte vengono venduti fuori della valle e dei confini nazionali (Sarner Group 2014). Il settore turistico è ben

sviluppato e conta numerose presenze sia durante la stagione estiva sia in quella invernale anche se mediamente inferiore rispetto la media delle regioni dell'Alto Adige (Rete Civica Alto Adige 2012). L'attività maggiormente praticata dai turisti è l'escursionismo, grazie alla vasta rete di sentieri, mentre nella parte settentrionale della valle sorge la località sciistica di San Martino, che è collegata al comprensorio dell'Ortler Skiarena.

La legna ad uso energetico in Val Sarentino, così come in tutto l'Alto Adige, è un'importante risorsa per l'economia locale e lo sviluppo del territorio. Per quanto concerne la politica energetica, il Piano Energetico della Provincia di Bolzano prevede un incremento dell'efficienza energetica e una riduzione delle emissioni di anidride carbonica in atmosfera attraverso l'uso delle fonti energetiche rinnovabili del 75% entro il 2020 e del 90% entro il 2050 (PAB 2011). Attualmente in Alto Adige sono presenti 71 impianti di teleriscaldamento per una potenza di calore fornita pari a 734 GWh l'anno; uno di suddetti impianti è localizzato nel comune di Sarentino. L'impianto di teleriscaldamento Sarnthein usa annualmente 7100 m³ di tondo, equivalenti a 18 460 msr di cippato, e fornisce una potenza di calore di 9 milioni di KWh (anno 2013). L'impianto si sviluppa per una lunghezza netta di 14.6 km e serve 890 utenze pari al 53% della popolazione residente nelle tre frazioni di maggiori dimensioni presenti nel comune di Sarentino. La materia prima fornita all'impianto proviene esclusivamente da proprietari forestali della valle (circa 100 proprietari privati e collettivi).

Struttura della ricerca

Al fine di analizzare il grado d'importanza attribuito dai portatori d'interesse (*stakeholders*) locali nei confronti dei principali fattori dell'analisi SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) la ricerca è stata strutturata in tre fasi: (1) identificazione dei portatori d'interesse interni ed esterni alla filiera foresta-legno-energia (*stakeholder analysis*); (2) identificazione dei fattori dell'analisi SWOT; (3) valutazione dei fattori e delle categorie dell'analisi SWOT; (4) valutazione percettiva degli impatti sui servizi ecosistemici relativi ad una maggiore estrazione di biomasse forestali a scopo energetico rispetto allo scenario *business as usual*.

La selezione degli *stakeholders* è stata effettuata tramite un campionamento ragionato, una tecnica non probabilistica che permette di scegliere le unità campionarie sulla base di specifici requisiti decisi in fase di programmazione dello studio (Cedrola 2001).

Considerando l'effettivo numero di istituzioni, organizzazioni e associazioni che operano sul territorio della Val Sarentino, si è deciso di individuare una cinquantina di *stakeholders*, poiché si ritiene che tale numerosità campionaria sia sufficiente per avere un quadro esaustivo delle opinioni dei portatori d'interesse locali (Catron et al. 2013). Al termine della *stakeholder analysis* sono stati identificati 56 portatori d'interesse ripartiti in quattro principali categorie di interesse: 14 rappresentanti delle pubbliche amministrazioni (p. es., Dipartimenti della Provincia Autonoma di Bolzano, Comune di Sarentino), 7 membri di università e centri di ricerca (p. es., Accademia Europea di Bolzano/EURAC, Libera Università degli studi di Bolzano), 12 rappresentanti delle associazioni ambientaliste o turistiche locali e 23 attori del settore agro-silvo-pastorale (proprietari forestali, imprese di utilizzazione boschiva, agricoltori, allevatori e apicoltori).

Le opinioni dei portatori d'interessi identificati durante la *stakeholder analysis* sono state rilevate attraverso la somministrazione di un questionario semi-strutturato suddiviso in 3 sezioni tematiche e costituito da 12 domande chiuse e una domanda aperta concernente la descrizione di eventuali progetti sulle biomasse forestali a cui gli intervistati hanno partecipato negli anni passati. Nella prima sezione tematica sono state indagate le opinioni dei portatori d'interesse nei confronti dei principali punti di forza, punti di debolezza, opportunità e minacce relativi alla filiera foresta-legno-energia della Val Sarentino attraverso l'approccio SWOT-AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Nella seconda sezione tematica del questionario si è deciso di focalizzarsi su una delle principali minacce della filiera foresta-legno-energia nelle aree alpine: i potenziali impatti dell'estrazione delle biomasse forestali per finalità energetiche sui servizi ecosistemici. Al tal fine è stato chiesto agli intervistati di fornire una valutazione di tali impatti su quattro servizi ecosistemici di particolare importanza per la valle (turismo e ricreazione in foresta, stoccaggio del carbonio, protezione idrogeologica e biodiversità). Nella terza e ultima sezione sono state raccolte le principali informazioni socio-demografiche dei rispondenti (genere, età, titolo di studio, anni di esperienza professionale nel settore) e dell'organizzazio-

ne o associazione di appartenenza (settore di riferimento).

I dati raccolti tramite la somministrazione del questionario sono stati elaborati statisticamente con l'impiego di XLStat® 2012.

SWOT-AHP

L'analisi SWOT è uno strumento di pianificazione strategica che si focalizza sia sull'ambiente interno di un'attività produttiva o di un progetto, evidenziandone i punti di forza e i punti di debolezza, sia sul contesto esterno, mettendone in luce le relative opportunità e minacce. Nonostante i vantaggi di questo strumento di pianificazione strategica che ha trovato svariate applicazioni nel campo forestale (Rauch 2007, Gerasimov & Karjalainen 2008, Notaro et al. 2012), il principale limite consiste nell'impossibilità di misurare quantitativamente l'importanza di ciascun fattore descritto e la relativa influenza che esso ha sul processo decisionale nel suo complesso (Shrestha et al. 2004, Kajanus et al. 2012). Al fine di superare suddetto limite alcuni autori hanno combinato l'analisi SWOT con l'*Analytical Hierarchy Process* (AHP) allo scopo di fornire una misura quantitativa di ciascun fattore e categoria attraverso una comparazione a coppie (Pesonen et al. 2001, Catron et al. 2013). Questa tecnica che combina i pregi dell'analisi SWOT con quelli dell'AHP è conosciuta come SWOT-AHP (o A'WOT) ed è stata applicata la prima volta in Finlandia (Kurttila et al. 2000).

L'AHP permette di gestire adeguatamente scelte complesse, partendo dalle preferenze personali e soggettive dei rispondenti (Saaty 1987). Il principio centrale della SWOT-AHP è quello di assegnare delle priorità ad una serie di fattori relativi ad un certo numero di categorie. Attraverso una comparazione a coppie (*pairwise comparison*) è possibile definire l'importanza che ciascun fattore ha all'interno della categoria di riferimento, ma anche capire l'ordine di preferenza delle varie categorie. Nello specifico, la SWOT-AHP si basa sulle quattro categorie tipiche dell'analisi SWOT (punti di forza, punti di debolezza, opportunità e minacce) e, attraverso la tecnica AHP, evidenzia il grado di importanza di ciascun fattore all'interno della categoria di riferimento e quello di ogni categoria rispetto alle altre.

Tab. 1 - *Pairwise comparison* impiegata per i fattori e le categorie dall'analisi SWOT.

Fattore A	Molto forte	Forte	Moderato	Uguale	Moderato	Forte	Molto forte	Fattore B
-	7	5	3	1	1/3	1/5	1/7	-

La comparazione a coppie fra i fattori e le categorie dell'analisi SWOT è stata realizzata nel presente lavoro utilizzando una scala di preferenza composta da sette livelli (Tab. 1) e calcolando la media geometrica delle risposte date da tutti i rispondenti, sia per gruppi di *stakeholders* che per ciascuna coppia di fattori.

Il risultato della comparazione a coppie è rappresentato da una matrice di reciprocità (A) dove il peso relativo a_{ij} (coefficiente di dominanza) e il suo reciproco $1/a_{ij}$ sono posizionati sul lato opposto della diagonale (eqn. 1):

$$A=(a_{ij})=\begin{pmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{pmatrix}$$

Nella matrice le righe indicano il peso di ciascun fattore rispetto agli altri fattori, in corrispondenza della diagonale principale è presente la comparazione di ciascun fattore con sé stesso, che per definizione è pari a 1 (quando $i = j$, allora $a_{ij} = 1$).

Successivamente il vettore di peso w è stato moltiplicato per la matrice A al fine di ottenere il vettore rappresentato da $\lambda_{\max} w$ (eqn. 2):

$$(A - \lambda_{\max} I)w = 0$$

dove λ_{\max} è il massimo eigenvalue della matrice A ; I è la matrice identità di taglia n . Il valore di λ_{\max} è sempre positivo e risulta uguale o maggiore di n (numero di righe o colonne nella matrice). La consistenza delle informazioni dei rispondenti dipende da quanto il valore di λ_{\max} devia dal valore di n . Nel caso in cui λ_{\max} è uguale a n le risposte sono perfettamente consistenti (Saaty 1987). La consistenza della matrice A è stata quindi testata utilizzando la seguente formula (eqn. 3, eqn. 4):

$$CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n-1)}$$

$$CR = CI / RI$$

dove CR è il tasso di consistenza, e RI è l'indice atteso di consistenza. Il valore CR dovrebbe essere inferiore o uguale a 0.1 (10%) al fine che ci sia consistenza nella matrice A .

Nel presente studio per ciascuna categoria sono stati presentati tre fattori significativi della filiera fo-

resta-legno-energia della Val Sarentino. Nella fase di selezione dei punti di forza, dei punti di debolezza, delle opportunità e delle minacce si è ritenuto opportuno fare riferimento all'analisi SWOT di un recente studio riguardante il settore delle biomasse in Alto Adige (Mühlberg & Stauder 2013, TIS 2013). Per garantire un'adeguata corrispondenza fra gli elementi selezionati e l'effettiva pertinenza per la filiera foresta-legno-energia della Val Sarentino è stato chiesto un supporto al comandante della stazione forestale di Sarentino e ad un esperto del centro di ricerca *Techno Innovation Park South Tyrol* (TIS) di Bolzano. I singoli fattori scelti dopo questa preliminare indagine sono descritti nella Tab. 2.

Dopo aver calcolato i vettori di priorità ed il CR per ciascun fattore delle quattro categorie dell'analisi SWOT, è stata seguita la medesima procedura utilizzando i dati emersi dal confronto a coppie realizzato in riferimento alle categorie. In questo modo è stato possibile rilevare anche l'ordine di importanza espresso dai rispondenti per i punti di forza, i punti di debolezza, le opportunità e le minacce.

Impatti percepiti sui servizi ecosistemici

La seconda sezione del questionario, come detto, si è focalizzata sull'analisi di uno dei principali fattori di minaccia relativi all'uso delle biomasse forestali per finalità energetiche: gli impatti sui servizi ecosistemici. Il concetto di servizi ecosistemici, a seguito della definizione data dal *Millennium Ecosystem Assessment* che li definisce come quei benefici forniti dagli ecosistemi naturali all'uomo (MEA 2005), ha catalizzato l'attenzione di gran parte della comunità scientifica e successivamente anche quella dei *decision makers*. I servizi ecosistemici sono stati inizialmente classificati in quattro categorie (MEA 2005): *provisioning services* (ad esempio legname, legna ad uso energetico, cibo, foraggio per il bestiame, piante aromatiche e medicinali); *regulating services* (ad esempio purificazione dell'aria e dell'acqua, protezione dai rischi naturali); *cultural services* (ad esempio valori ricreativi, estetici, storici e spirituali); e *supporting services* (ad esempio diversità naturale e ciclo dei nutrienti). Una successiva revisione concettuale ha riclassificato i servizi ecosistemici in sole tre categorie (*provisioning, regulating e cultural services*) considerando i servizi di supporto trasversali alle altre tre categorie di servizi (De Groot et al. 2010).

Gli impatti dell'estrazione delle biomasse forestali per finalità energetiche sui servizi ecosistemici sono stati quantificati ipotizzando un incremento del prelievo dei residui legnosi in foresta (ramaglia, cimale

Tab. 2 - Categorie e fattori impiegati nell'analisi SWOT in Val Sarentino. Fonte: nostra elaborazione basata su Mühlberg & Stauder (2013), TIS (2013), dati raccolti durante le interviste faccia a faccia.

- Fattore	Descrizione	
Punti di forza	1. Lo sviluppo del settore bio-energetico ha portato ad una potenziale innovazione organizzativa che favorisce la cooperazione fra attori della filiera foresta-legno-energia	La creazione della filiera foresta-legno-energia in Val Sarentino ha portato ad un attivo coinvolgimento di molti <i>stakeholders</i> collegati alle varie attività del progetto. Dal 2009, nel Consiglio di amministrazione della Cooperativa Teleriscaldamento Sarentino sono rappresentati sia i fornitori di legname che gli utenti dell'energia prodotta. Le decisioni sui prezzi di acquisto della biomassa legnosa e quelle sul prezzo di vendita del calore prodotto fanno parte delle scelte che vengono dunque prese durante un confronto che vede rappresentati gli interessi di tutte le principali categorie coinvolte nella filiera. In questo modo sono garantiti i presupposti per una sincera e costruttiva collaborazione, elemento imprescindibile per il successo di una filiera di questo tipo.
	2. L'utilizzo della legna locale per finalità energetiche (filiera corta in Val Sarentino)	La filiera foresta-legno-energia in Val Sarentino permette di sfruttare al meglio la grande disponibilità di legno presente nei boschi della zona. La centrale di teleriscaldamento di Sarentino è alimentata quasi esclusivamente con biomasse della valle, che vengono prelevate nei boschi che si trovano entro un raggio di circa 20 km dall'impianto.
	3. Reddito aggiunto continuo per gli agricoltori (proprietari forestali) derivante dall'uso della legna per scopo energetico	Dare la possibilità di vendere i residui derivanti dai tagli in bosco, significa permettere di ottenere un guadagno aggiuntivo da quei residui legnosi che resterebbero altrimenti in bosco inutilizzati. Il margine di guadagno varia a seconda della qualità delle biomasse legnose conferite e dei costi sostenuti per il prelievo. I prezzi per metro stero di residui legnosi variano da 22.7 €/msr (umidità del cippato maggiore del 50%), 25.6 €/msr (umidità compresa fra il 30 e il 50%) e 27.3 €/msr (umidità inferiore al 30%). I costi di taglio, allestimento ed esbosco forestale variano da 28 a 40 €/m ³ a seconda dei macchinari utilizzati. (conversione utilizzata 1 m ³ =2.6 msr).
Punti di debolezza	1. Alti costi di estrazione e di trasporto dei residui legnosi rispetto al prezzo di vendita del cippato	Nella maggior parte delle foreste dell'Alto Adige non è possibile applicare metodi di raccolta meccanizzati, a causa della morfologia del territorio. Anche in Val Sarentino, la pendenza dei versanti rende difficoltoso il prelievo delle biomasse ed il relativo trasporto alla centrale, con un inevitabile incremento dei costi. Questo determina un conseguente assottigliamento dei margini di guadagno.
	2. Alti costi di transazione necessari per avviare la procedura di fornitura del cippato all'impianto.	La grande parcellizzazione della superficie boschiva complica notevolmente i processi relativi alle attività della filiera. L'esistenza di un elevato numero di proprietari boschivi nella valle rende indispensabile investire tempo e risorse nella contrattazione e logistica della fornitura della materia prima da parte dell'impianto di riscaldamento, finalizzate a trovare dei compromessi che soddisfino al meglio gli interessi di tutte le parti.
	3. Mancanza di controlli standardizzati sulla qualità del prodotto (cippato) in termini di umidità e pezzatura.	La qualità del prodotto è un elemento fondamentale per determinare la sua resa energetica. Gli aspetti chiave su cui viene valutata la qualità del cippato sono il tenore idrico (umidità), la pezzatura e l'eventuale presenza di inclusi. Un grado di umidità troppo elevato o una pezzatura non adeguata possono diminuire il potere calorifico del cippato, determinando un assottigliamento dei margini di guadagno derivanti dalla vendita di energia.
Opportunità	1. Garantire la continuità della filiera corta in grado di valorizzare gli impieghi economici della risorsa legno locale e, conseguentemente, di consentire una gestione attiva del patrimonio boschivo.	Il legno è una risorsa molto importante in Val Sarentino, che può essere sfruttata al meglio se gestita secondo i principi della continuità. Questo è possibile attuando un prelievo sostenibile di biomasse legnose, che non comprometta le attività future. L'utilizzo di biomasse legnose a fini energetici determina un costante ed attento monitoraggio del prelievo di legname dai boschi della zona, comportando una gestione attiva del patrimonio boschivo locale, come avveniva in passato. Questo tipo di attività rappresenta anche una efficace strategia per contrastare il diffondersi di boschi non gestiti.
	2. Utilizzo degli scarti legnosi delle segherie, falegnamerie e carpenterie per la produzione di bioenergia integrativa all'utilizzo dei residui forestali dal bosco.	La presenza di un'ampia superficie boschiva nella Val Sarentino ha favorito lo sviluppo di attività industriali che utilizzano il legno come materia prima. Nella valle sono presenti quasi venti tra imprenditori individuali e piccole imprese che operano nel settore del legno. La lavorazione di questo materiale comporta la produzione di una abbondante quantità di scarto che potrebbe essere conferita alla centrale di teleriscaldamento ed utilizzata come fonte di energia integrativa all'utilizzo dei residui da taglio in bosco.
	3. Sviluppo di strategie gestionali comuni tra proprietari forestali di piccole superfici boschive (i.e. consorzi di gestione).	Lo sviluppo della filiera foresta-legno-energia in Val Sarentino potrebbe incentivare i numerosi proprietari forestali locali a cooperare per gestire in maniera efficiente la superficie boschiva di loro proprietà. La creazione di strategie gestionali comuni potrebbe favorire una notevole riduzione dei costi di transazione necessari per la gestione dei rapporti fra i vari attori. La collaborazione potrebbe, inoltre, facilitare l'ottenimento di economie di scala attraverso iniziative comuni, finalizzate al contenimento dei costi di estrazione e di trasporto delle biomasse legnose.
Minacce	1. Il potenziamento degli impianti di teleriscaldamento (co-generazione) aumenterà la domanda di biomassa e, conseguentemente, l'estrazione dei residui in bosco e gli impatti negativi sull'ambiente.	L'utilizzo di biomasse legnose per fini energetici è un'attività che impatta inevitabilmente sugli equilibri dei sistemi naturali. Un eccessivo prelievo di legname dai boschi potrebbe danneggiare gravemente gli ecosistemi, compromettendone la capacità di fornire beni e servizi.
	2. Un'elevata quantità di contributi pubblici porta a molti investimenti lungo la filiera che non sempre tengono in considerazione la sostenibilità economica.	La crescente importanza della filiera foresta-legno-energia potrebbe incentivare le amministrazioni pubbliche a mettere a disposizione risorse finanziarie per supportare le attività legate alla filiera stessa. In presenza di contributi pubblici esiste un rischio abbastanza elevato che il denaro venga utilizzato in modo improprio, realizzando investimenti lungo la filiera non sostenibili dal punto di vista economico.
	3. Interruzioni del servizio dovute al malfunzionamento dell'impianto di teleriscaldamento.	Il costante monitoraggio dei parametri di funzionamento dell'impianto di teleriscaldamento e la periodica manutenzione dei vari elementi costitutivi dello stesso, non possono eliminare totalmente il rischio di malfunzionamenti o blocchi. I problemi associati ad un'eventuale interruzione del servizio sarebbero molteplici e potrebbero interessare tutti o gran parte degli utenti. La remota posizione geografica della valle potrebbe inoltre causare dei ritardi nelle operazioni di riparazione, aggravando i disagi derivanti dal malfunzionamento dell'impianto.

e alberi morti) rispetto allo scenario *business as usual*. In riferimento agli ultimi anni in Val Sarentino viene prelevato mediamente tra il 60% e il 65% dell'incremento legnoso annuo, tale percentuale corrisponde a 24 000 m³/anno (62 400 msr/anno) destinati all'industria del legname e 8 000 m³/anno (20 800 msr/anno) destinati a finalità energetiche. Di quest'ultima quota circa 7 100 m³/anno (18 460 msr/anno) sono destinati all'impianto di teleriscaldamento Sarnthein, mentre i restanti 900 m³/anno (2 340 msr/anno) sono destinati all'autoconsumo e all'esporto nelle valli confinanti. I prezzi di vendita del cippato all'impianto di teleriscaldamento Sarnthein sono più alti rispetto ai prezzi medi nelle altre regioni d'Italia e si attestano tra i 59 €/m³ (22.69 €/msr) per il cippato con un'umidità superiore al 50% e i 66 €/m³ (25.38 €/msr) per il cippato con un'umidità compresa tra il 30% e il 50%.

La valutazione da parte degli *stakeholders* dei potenziali impatti di un incremento del prelievo di biomasse legnose per finalità energetiche sui principali servizi ecosistemici della Val Sarentino è stata condotta utilizzando una scala Likert compresa fra -2 (impatto molto negativo) e +2 (impatto molto positivo), e considerando con lo zero un impatto nullo.

Sulla base delle caratteristiche ecologiche e socio-economiche della Val Sarentino si è deciso di prendere in considerazione i seguenti servizi ecosistemici:

- turismo e ricreazione in foresta (p. es., *hiking*, *walking*, *mountain biking*);
- stoccaggio del carbonio nella vegetazione e nel suolo e qualità dell'aria;
- protezione idrogeologica e dai rischi naturali (frane, valanghe e caduta massi);
- conservazione della natura e biodiversità.

Risultati e discussione

Caratteristiche degli intervistati

In riferimento alle caratteristiche degli intervistati il 37.5% occupa una posizione professionale ai vertici della realtà che rappresenta (proprietario forestale, imprenditore agricolo, presidente o direttore), il 27.1% riveste un ruolo di responsabilità (vice-direttore, consigliere, ricercatore) e il rimanente 35.4% è membro o dipendente dell'ente. Inoltre, la maggior parte degli intervistati vanta un'elevata esperienza professionale, circa il 73% degli intervistati ha dichiarato un'esperienza pluridecennale nel settore di riferimento.

Gli intervistati sono in maggioranza uomini (81.3%). Questo valore è in linea con i dati sull'occu-

pazione in Alto Adige, che rilevano una prevalenza di lavoratori di sesso maschile nei settori agricolo e forestale (Astat 2013b). L'età media degli intervistati è di 43 anni e varia da un minimo di 18 ad un massimo di 72 anni. La distribuzione per classi di età evidenzia che circa il 77% del campione ha un'età compresa fra i 28 e i 57 anni, il 10% ha un'età inferiore ai 28 anni e il restante 13% ha un'età superiore ai 57 anni.

Il 77.1% dei rispondenti è di madrelingua tedesca, mentre solo il 22.9% è di madrelingua italiana. Considerando solo gli intervistati che operano nel comune di Sarentino, l'importanza della lingua tedesca emerge in maniera ancora più forte, poiché quasi nove intervistati su dieci parlano tedesco come prima lingua. Questo dato rispecchia una realtà che da sempre contraddistingue la provincia autonoma di Bolzano, nella quale più di due terzi della popolazione è di madrelingua tedesca.

SWOT-AHP

L'elaborazione delle informazioni raccolte attraverso la somministrazione del questionario ha permesso di capire le opinioni degli *stakeholders* nei riguardi dei punti di forza, dei punti di debolezza, delle opportunità e delle minacce concernenti la filiera foresta-legno-energia della Val Sarentino. Attraverso l'applicazione della SWOT-AHP è stato possibile definire l'ordine di importanza dei fattori proposti per ciascuna delle categorie dell'analisi SWOT, mettendo in luce i punti di convergenza e di divergenza tra i gruppi di *stakeholders* (Tab. 3, Tab. 4, Tab. 5, Tab. 6 e Tab. 7).

Punti di forza

Secondo le dichiarazioni degli intervistati, la garanzia di un reddito aggiunto per i proprietari forestali, derivante dall'utilizzo della legna per scopi energetici, rappresenta il principale punto di forza della filiera foresta-legno-energia della Val Sarentino (vettore di priorità: PV = 0.395) in generale, ma anche all'interno dei singoli gruppi di *stakeholder*, quali le associazioni e ONG (PV = 0.360), gli enti di ricerca e università (PV = 0.439) e gli attori del settore agrosilvo-pastorale (PV = 0.437). Molto importante viene giudicato anche lo sviluppo di una filiera corta, attraverso la quale è possibile utilizzare al meglio la risorsa legno locale (PV = 0.331): questo è evidenziato in particolare dai rappresentanti delle amministrazioni pubbliche che hanno percepito questo elemento come il più importante punto di forza (PV = 0.410), mentre è messo in seconda posizione dai rap-

Tab. 3 - Vettori di priorità (PV) e vettori del valore globale (GV) dei punti di forza per gruppo di *stakeholders*.

Punti di forza		Amministrazioni pubbliche (n=14)	Associazioni e ONG (n=12)	Enti di ricerca e università (n=7)	Attori settore agro-silvo-pastorale (n=23)
Fattore 1	PV	0.257	0.339	0.278	0.250
	GV	0.102	0.072	0.105	0.092
Fattore 2	PV	0.410	0.301	0.283	0.313
	GV	0.163	0.066	0.107	0.115
Fattore 3	PV	0.333	0.360	0.439	0.437
	GV	0.133	0.082	0.166	0.160
Somma PV		1.000	1.000	1.000	1.000
Somma GV		0.398	0.221	0.378	0.367
λ_{\max}		3.002	3.048	3.008	3.002
CI CR		0.001 0.002	0.024 0.041	0.004 0.007	0.001 0.002

Tab. 4 - Vettori di priorità (PV) e vettori del valore globale (GV) dei punti di debolezza per gruppo di *stakeholders*.

Punti di debolezza		Amministrazioni pubbliche (n=14)	Associazioni e ONG (n=12)	Enti di ricerca e università (n=7)	Attori settore agro-silvo-pastorale (n=23)
Fattore 1	PV	0.396	0.399	0.487	0.419
	GV	0.058	0.066	0.041	0.060
Fattore 2	PV	0.318	0.395	0.190	0.315
	GV	0.046	0.066	0.016	0.045
Fattore 3	PV	0.286	0.206	0.323	0.266
	GV	0.042	0.034	0.027	0.038
Somma PV		1.000	1.000	1.000	1.000
Somma GV		0.145	0.166	0.084	0.142
λ_{\max}		3.017	3.009	3.065	3.002
CI CR		0.009 0.015	0.005 0.008	0.032 0.056	0.001 0.002

Tab. 5 - Vettori di priorità (PV) e vettori del valore globale (GV) delle opportunità per gruppo di *stakeholders*.

Opportunità		Amministrazioni pubbliche (n=14)	Associazioni e ONG (n=12)	Enti di ricerca e università (n=7)	Attori settore agro-silvo-pastorale (n=23)
Fattore 1	PV	0.370	0.294	0.493	0.335
	GV	0.107	0.114	0.201	0.110
Fattore 2	PV	0.315	0.408	0.169	0.192
	GV	0.091	0.158	0.063	0.063
Fattore 3	PV	0.315	0.298	0.338	0.473
	GV	0.091	0.116	0.120	0.155
Somma PV		1.000	1.000	1.000	1.000
Somma GV		0.288	0.388	0.384	0.327
λ_{\max}		3.000	3.004	3.168	3.009
CI CR		0.000 0.000	0.002 0.003	0.084 0.145	0.005 0.008

presentanti degli enti di ricerca e università (PV = 0.283) e dagli attori del settore agro-silvo-pastorale (PV = 0.313). Interessante evidenziare come il tema dell'innovazione organizzativa e della collaborazione non viene riconosciuta come aspetto principale

della filiera foresta-legno-energia da nessuno dei quattro gruppi di *stakeholders* (PV compresi tra 0.250 degli attori del settore agro-silvo-pastorale e 0.339 delle associazioni e ONG, PV medio = 0.274).

Tab. 6 - Vettori di priorità (PV) e vettori del valore globale (GV) delle minacce per gruppi di *stakeholders*.

Minacce		Amministrazioni pubbliche (n=14)	Associazioni e ONG (n=12)	Enti di ricerca e università (n=7)	Attori settore agro-silvo-pastorale (n=23)
Fattore 1	PV	0.331	0.424	0.251	0.324
	GV	0.056	0.095	0.039	0.053
Fattore 2	PV	0.479	0.263	0.633	0.365
	GV	0.080	0.069	0.098	0.060
Fattore 3	PV	0.190	0.313	0.116	0.311
	GV	0.033	0.061	0.018	0.051
Somma PV		1.000	1.000	1.000	1.000
Somma GV		0.168	0.225	0.154	0.164
λ_{max}		3.028	3.000	3.057	3.000
CI CR		0.014 0.024	0.000 0.000	0.028 0.049	0.000 0.000

Punti di debolezza

In merito ai punti di debolezza, gli intervistati hanno individuato nei costi di estrazione e di trasporto dei residui legnosi in Val Sarentino (Fattore 1) il principale limite allo sviluppo della filiera foresta-legno-energia locale (PV = 0.421). Questo fattore è stato, infatti, indicato come il più importante da tutti i gruppi di *stakeholders*: amministrazioni pubbliche (PV = 0.396), associazioni e ONG (PV = 0.399), enti di ricerca e università (PV = 0.487), attori del settore agro-silvo-pastorale (PV = 0.419). Anche il secondo punto di debolezza, in ordine di significatività, è legato al delicato tema dei costi. I costi di transazione sostenuti dall'impianto di teleriscaldamento e necessari per avviare la procedura di contratto e logistica con i singoli proprietari pesano, secondo i membri delle amministrazioni pubbliche (PV = 0.318), delle associazioni e ONG (PV = 0.395) e degli attori del settore agro-silvo-pastorale (PV = 0.315), negativamente nella valutazione e nella *performance* complessiva della filiera foresta-legno-energia della Val Sarentino (PV medio = 0.314). Questa opinione viene mediamente condivisa da tutti i gruppi di *stakeholders*, ad eccezione dei membri degli enti di ricerca e delle università (PV = 0.190). Tale gruppo di *stakeholders*

sostiene che la mancanza di controlli standardizzati sulla qualità del prodotto (Fattore 3), in termini di umidità e pezzatura, sia il punto di debolezza più rilevante (PV = 0.323). Osservando i valori medi complessivi, il potenziale problema degli scarsi controlli sulla qualità viene comunque indicato come il meno importante (PV = 0.265).

Opportunità

In riferimento alle opportunità i valori medi complessivi per tutti gli *stakeholders* evidenziano che il fattore più rilevante è la possibilità di garantire la continuità della filiera corta in grado di valorizzare gli impieghi economici della risorsa legno locale e, conseguentemente, di consentire una gestione attiva del patrimonio boschivo (PV = 0.381). Molto importante viene ritenuto anche lo sviluppo di strategie gestionali comuni tra i piccoli proprietari forestali (PV = 0.360). Meno rilevante è il peso attribuito all'opportunità di utilizzare gli scarti legnosi delle segherie, delle falegnamerie e delle carpenterie per la produzione di bioenergia integrativa all'utilizzo dei residui forestali dal bosco (PV = 0.258). I valori per gruppi di *stakeholders* mostrano come per i rappresentanti delle amministrazioni pubbliche i tre fattori

Tab. 7 - Vettori di priorità (PV) delle macro-categorie per settore di appartenenza degli *stakeholders*.

Categorie	Amministrazioni pubbliche (n=14)	Associazioni e ONG (n=12)	Enti di ricerca e università (n=7)	Attori settore agro-silvo-pastorale (n=23)
Punti di forza	0.398	0.221	0.378	0.367
Punti di debolezza	0.146	0.166	0.084	0.142
Minacce	0.168	0.225	0.154	0.164
Opportunità	0.288	0.388	0.384	0.327
Somma	1.000	1.000	1.000	1.000
λ_{max}	4.009	4.012	4.016	4.046
CI CR	0.003 0.003	0.004 0.005	0.005 0.006	0.015 0.017

proposti assumono un grado di importanza pressoché uguale, con una leggera prevalenza per la valorizzazione degli impieghi economici della risorsa legno locale e la gestione attiva del patrimonio boschivo (PV = 0.370) rispetto alla definizione di strategie gestionali comuni tra i piccoli proprietari forestali e l'impiego degli scarti legnosi provenienti dalle imprese di trasformazione (entrambi con PV = 0.315). L'analisi delle risposte date dai membri delle associazioni e delle ONG ha evidenziato una netta prevalenza del fattore riguardante la possibilità di utilizzare gli scarti legnosi delle segherie, delle falegnamerie e delle carpenterie (PV = 0.408) rispetto agli altri due fattori a cui è stato attribuito lo stesso livello d'importanza. I dati relativi agli enti di ricerca e alle università sono caratterizzate da un CR superiore a 0.10, che secondo il modello applicato indica scarsa consistenza. In altre parole, nella sezione relativa all'analisi delle opportunità della filiera la maggior parte dei rappresentanti del gruppo degli enti di ricerca e università non ha risposto in maniera coerente al quesito. In riferimento agli attori del settore agro-silvo-pastorale è interessante sottolineare che la prevalenza del fattore relativo allo sviluppo di strategie gestionali comuni è molto netta (PV = 0.473), mentre l'importanza attribuita all'opportunità di utilizzare gli scarti di segherie, falegnamerie e carpenterie è piuttosto limitata (PV = 0.192). Questi dati evidenziano come in Alto Adige, a differenza di altre realtà alpine dove gli scarti di segherie sono la principale fonte di approvvigionamento per le centrali di teleriscaldamento (Sacchelli et al. 2011), tali sottoprodotti della lavorazione del legname non siano percepiti come una risorsa rilevante e si preferisca dare priorità ai residui provenienti dal bosco.

Minacce

L'analisi delle opinioni degli *stakeholders* riguardo le minacce alla filiera foresta-legno-energia della Val Sarentino ha evidenziato che l'elevata quantità di contributi pubblici a favore delle bioenergie (Fattore 2) potrebbe portare ad investimenti lungo la filiera che non tengano in considerazione la sostenibilità economica (PV = 0.403). Significative preoccupazioni riguardano, inoltre, le possibili conseguenze sull'ambiente (Fattore 1). La seconda minaccia in ordine di importanza è costituita infatti dagli impatti negativi sull'ambiente che deriverebbero dall'aumento dell'estrazione di residui in bosco per finalità energetiche (PV = 0.346). Questo incremento rappresenta una conseguenza diretta del potenziamento degli impianti di teleriscaldamento e, quindi, dell'aumento

della domanda locale di biomassa. Molto più basso viene giudicato il rischio di interruzioni del servizio dovute al malfunzionamento dell'impianto di teleriscaldamento (PV = 0.252). Analizzando i dati per gruppi di *stakeholders* si evidenzia che per gli enti di ricerca e le università la principale minaccia è la potenziale insostenibilità economica (PV = 0.633), mentre gli attori del settore agro-silvo-pastorale considerano tutti e tre i fattori di eguale importanza. Netta è l'opinione dei rappresentanti delle associazioni e delle ONG, i quali ritengono che il principale rischio associato alla filiera foresta-legno-energia riguardi i possibili impatti negativi sull'ambiente (PV = 0.424). Abbastanza significativo, secondo questo gruppo di intervistati, è anche il rischio di interruzioni del servizio dovute al malfunzionamento dell'impianto di teleriscaldamento (PV = 0.313). Il potenziale problema della scarsa sostenibilità economica, che viene posto in primo piano da tutti gli altri gruppi di rispondenti, viene invece giudicato come il meno importante dai rappresentanti delle associazioni e delle ONG.

Macro-categorie

In ultima analisi è stata indagata l'importanza assunta da ciascuna categoria dell'analisi SWOT (Tab. 7). Secondo gli intervistati, la filiera foresta-legno-energia della Val Sarentino determina essenzialmente una serie di opportunità (PV = 0.337) e di punti di forza (PV = 0.343). Di secondaria importanza vengono ritenuti i rischi e i punti di debolezza della stessa, il cui vettore di priorità assume rispettivamente un valore di 0.180 e 0.140. Questo fatto mette in luce come ci sia complessivamente un'opinione positiva nei confronti dell'impiego delle biomasse forestali locali per finalità energetiche. Nello specifico tutte i gruppi di *stakeholders* ritengono che le opportunità e i punti di forza siano gli aspetti maggiormente significativi della filiera foresta-legno-energia della Val Sarentino. Secondo le pubbliche amministrazioni e gli attori del settore agro-silvo-pastorale gli elementi più importanti in assoluto della filiera foresta-legno-energia sono i punti di forza, ovvero i vantaggi che si rilevano già al momento della creazione della stessa. Viceversa le associazioni e le ONG, gli enti di ricerca e le università sostengono che prevalgano le opportunità. Nel complesso comunque i rispondenti di tutti i gruppi di *stakeholders* ritengono mediamente che i punti di forza e le opportunità rivestano una posizione di primaria importanza quando ci si occupa della filiera foresta-legno-energia della Val Sarentino. Solo il gruppo delle associazioni e delle ONG attribuisce

alle potenziali minacce un'importanza paragonabile a quella dei punti di forza, esprimendo quindi una certa preoccupazione sui potenziali rischi che potrebbero manifestarsi. Interessante sottolineare che i punti di debolezza della filiera vengono indicati come gli aspetti meno significativi da tutti i gruppi di rispondenti.

Prendendo in considerazione i valori globali di ciascun fattore dell'analisi SWOT è possibile delineare l'importanza percepita complessiva (globale) di tali fattori. In particolare, per la valutazione dell'attuale strategia d'uso delle biomasse legnose per scopi energetici bisogna tenere in considerazione, secondo le opinioni degli *stakeholders*, in *primis* la presenza di reddito aggiuntivo per gli agricoltori (proprietari forestali), derivante dall'uso della legna per scopo energetico (GV = 0.135) e la possibilità di garantire la continuità della filiera corta in grado di valorizzare gli impieghi economici della risorsa legno locale. In secondo luogo è fondamentale consentire una gestione attiva del patrimonio boschivo (GV = 0.133), sviluppare strategie gestionali comuni tra proprietari forestali di piccole superfici boschive (GV = 0.121) e realizzare una filiera corta che valorizzi i residui forestali della valle (GV = 0.112). Questi fattori sono, quindi, da tenere nella debita considerazione qualora si decidesse di reindirizzare l'attuale strategia di valorizzazione della filiera foresta-legno-energia in Val Sarentino secondo un approccio inclusivo atto a coinvolgere nel processo decisionale tutti gli attori interni ed esterni alla filiera.

Le minacce percepite come più rilevanti riguardano la possibile distorsione economica lungo la filiera, data dall'elevata quantità di contributi pubblici, che porta a investimenti lungo la filiera che non sempre tengono in considerazione la sostenibilità economica (GV = 0.077), mentre la più condivisa debolezza della filiera foresta-legno-energia riguarda la presenza di elevati costi di estrazione e trasporto della legna per finalità energetiche (GV = 0.056).

Un modo di ridurre le criticità, soprattutto di natura economica, è la possibilità di realizzare progetti *ad hoc* che consentono di migliorare l'efficienza lungo tutta la filiera. Ad esempio l'acquisto di macchinari comuni a più proprietari o imprese di utilizzazione boschiva e l'adozione di schemi di logistica condivisi possono essere utili strategie per ridurre i costi fissi. Tali strategie possono, al contempo, dare luogo a delle esternalità positive, quali la cooperazione fra i vari attori esterni e interni alla filiera, tali da generare effetti positivi sul capitale sociale locale.

Impatti percepiti sui servizi ecosistemici

I potenziali impatti sui principali servizi ecosistemici forniti dai boschi della Val Sarentino sono stati valutati attraverso le opinioni degli *stakeholders* considerando un incremento nell'estrazione delle biomasse forestali per finalità energetiche rispetto allo scenario attuale (*business as usual*). Dai risultati riportati in Tab. 8 si evince che solo l'attività turistico-ricreativa trarrebbe un beneficio da un incremento del prelievo delle biomasse legnose dal bosco. L'impatto medio complessivo assegnato da tutti i portatori d'interesse è pari a 0.29, e questo valore è presumibilmente dovuto al fatto che l'eliminazione dei residui delle utilizzazioni forestali facilita la percorribilità delle aree forestali e allo stesso tempo abbia un positivo impatto visivo (Tahvanainen et al. 2001). Osservando nel dettaglio le risposte date dai singoli gruppi di *stakeholders*, emerge che tre dei quattro gruppi vedono un positivo effetto dell'estrazione di biomassa sull'attività turistico-ricreativa con valori medi compresi tra 0.29 (enti di ricerca e università) e 0.71 (pubbliche amministrazioni). Quest'ultimo dato indica che gli enti pubblici sono fermamente convinti che la presenza di una minor quantità di biomasse legnose nei boschi della Val Sarentino sarebbe apprezzata dagli escursionisti e dai turisti. Interessante è evidenziare, invece, come le associazioni e ONG vedano in un incremento del prelievo di biomasse legnose un potenziale danno alle attività turistico-ricreative rendendo meno gradevole il paesaggio. La minor gradevolezza del paesaggio è in questo caso percepita come minore naturalità del paesaggio e conseguentemente minore attrattività (*attractiveness*) dello stesso. Tale opinione è sicuramente accattivante perché presuppone una correlazione tra *naturalness* e *attractiveness* nelle preferenze dei turisti, purtroppo però questa correlazione è difficile da riscontrare in quei turisti che non hanno conoscenze specialistiche della materia o una grande sensibilità nei confronti delle tematiche ecologico-ambientali. Inoltre, l'applicazione del test non-parametrico di Kruskal-Wallis ha messo in luce una differenza statisticamente significativa tra gruppi di *stakeholders* (K valore osservato = 8.356; K valore critico = 7.815; p-value = 0.039).

Per quanto concerne gli impatti dell'estrazione delle biomasse forestali sul ciclo del carbonio e la qualità dell'aria tutti i gruppi di *stakeholders* concordano sul fatto che il bilancio emissioni-stoccaggio di carbonio sarebbe negativo. Questo risultato è in linea con i recenti studi in materia che confermano che l'uso delle biomasse legnose per finalità energetiche

Tab. 8 - Impatti relativi all'estrazione delle biomasse forestali sui principali servizi ecosistemici così come percepiti dagli *stakeholders* della Val Sarentino.

Servizi ecosistemici/Gruppi di <i>stakeholders</i>	Media	Deviazione standard
<i>Turismo-ricreazione in foresta</i>	0.29	0.94
Pubbliche amministrazioni (n=14)	0.71	0.61
Associazioni e ONG (n=12)	-0.33	1.07
Enti di ricerca e università (n=7)	0.29	0.49
Attori territoriali del settore agro-silvo-pastorale e turistico (n=15)	0.40	1.06
<i>Stoccaggio del carbonio atmosferico e qualità dell'aria</i>	-0.27	0.96
Pubbliche amministrazioni (n=14)	-0.29	0.73
Associazioni e ONG (n=12)	-0.17	1.11
Enti di ricerca e università (n=7)	-0.29	0.76
Attori territoriali del settore agro-silvo-pastorale e turistico (n=15)	-0.33	1.18
<i>Protezione idrogeologica</i>	-0.38	1.10
Pubbliche amministrazioni (n=14)	-0.21	1.25
Associazioni e ONG (n=12)	-0.67	1.07
Enti di ricerca e università (n=7)	-0.14	1.21
Attori territoriali del settore agro-silvo-pastorale e turistico (n=15)	-0.40	0.99
<i>Conservazione della natura e biodiversità</i>	-0.29	1.05
Pubbliche amministrazioni (n=14)	0.07	1.14
Associazioni e ONG (n=12)	-0.42	1.16
Enti di ricerca e università (n=7)	-0.71	0.49
Attori territoriali del settore agro-silvo-pastorale e turistico (n=15)	-0.33	1.05

non è *carbon neutral* come sostenuto per lungo tempo, ma se si considerano tutte le fasi dall'abbattimento alla combustione negli impianti il bilancio emissioni-stoccaggio di carbonio è negativo (Hudiburg et al. 2011, Schulze et al. 2012). Il valore complessivo assegnato dagli *stakeholders* nel presente caso di studio (-0.27) indica che è diffusa l'opinione che un maggior prelievo di biomasse determinerebbe un impatto negativo sulla qualità dell'aria a causa dei maggiori tempi di restituzione del carbonio in atmosfera dei residui in bosco rispetto al loro impiego alternativo per finalità energetiche. Interessante è il fatto che il gruppo di portatori di interesse che percepisce meno negativamente l'estrazione di biomasse forestali sullo stoccaggio del carbonio è quella delle associazioni e ONG (-0.17). L'applicazione del test non-parametrico di Kruskal-Wallis per questo servizio di regolazione non ha messo in luce differenze statisticamente significative tra gruppi di *stakeholders* (K valore osservato = 0.101; K valore critico = 7.815; p-value = 0.992).

Gli impatti sulla protezione idrogeologica evidenziano che la presenza di una minor quantità di biomasse nei boschi della Val Sarentino potrebbe aumentare il rischio di erosione superficiale, frane e

smottamenti. Il valore medio dell'impatto è pari a -0.38, ma osservando il gruppo delle associazioni e ONG questo dato scende a -0.67, che indica conseguenze ancor più negative. Al contrario, gli enti di ricerca e le università ritengono che le conseguenze sui rischi idrogeologici della valle sarebbero più contenute (-0.14). Al fine di capire meglio le risposte date dagli *stakeholders* è necessario fare alcune precisazioni a riguardo del differente ruolo svolto dal legno morto fine (*fine woody debris*) e dal legno morto di grosse dimensioni (*coarse woody debris*) nei confronti della protezione del suolo e nella regimazione delle acque. La componente fine, rappresentata in linea di massima dalla ramaglia e dai cimali impiegati per finalità energetiche dopo un taglio di utilizzazione boschiva, svolge un'importante funzione di protezione del suolo nudo diminuendo i fenomeni di erosione superficiale, mentre gli alberi morti di grosse dimensioni o i tronchi a terra hanno un effetto positivo nei confronti di alcuni pericoli naturali, quali frane e valanghe, in quanto ne riducono il rischio potenziale (Berretti et al. 2006). Il test non-parametrico di Kruskal-Wallis applicato ai dati sulla protezione idrogeologica non ha evidenziato differenze statisticamente significative tra gruppi di *stakeholders* (K valo-

re osservato = 1.095; K valore critico = 7.815; p-value = 0.778).

In ultima analisi, il valore medio degli impatti dell'estrazione delle biomasse forestali sulla conservazione della natura e sulla biodiversità di tutti gli *stakeholders* è stato di -0.29. Secondo gli intervistati un incremento del prelievo di biomasse legnose inciderebbe in modo negativo su questo servizio di supporto trasversale a tutti gli altri. I rappresentanti degli enti di ricerca e università ritengono che gli impatti potrebbero essere molto alti (-0.71), mentre le pubbliche amministrazioni sostengono che le conseguenze sarebbero praticamente nulle (0.07). Questa differenza tra tre gruppi di *stakeholders* e la quarta è particolarmente interessante perché mette in luce una differenza percettiva di non secondaria importanza. Nonostante questa differenza, il test non-parametrico di Kruskal-Wallis non ha evidenziato differenze statisticamente significative tra gruppi di *stakeholders* (K valore osservato = 2.786; K valore critico = 7.815; p-value = 0.426).

Conclusioni

In conclusione, si può asserire che la SWOT-AHP è una tecnica di analisi quantitativa dei fattori della SWOT che consente di mettere in luce i punti di convergenza e di divergenza tra gruppi di *stakeholders*. Un'analisi dettagliata delle opinioni degli *stakeholders* sulle scelte strategiche di gestione territoriale è uno strumento di fondamentale importanza prima di qualsiasi processo decisionale partecipato in quanto consente di prevenire possibili conflitti tra le parti e di facilitare il processo di negoziazione. In letteratura esistono varie tecniche di raccolta e elaborazione delle opinioni degli *stakeholders*, tra questi l'approccio SWOT-AHP ha il vantaggio di unire i pregi di un'analisi qualitativa (analisi SWOT) con quelli di un'analisi quantitativa (AHP). Inoltre, le informazioni necessarie per l'applicazione della SWOT-AHP sono piuttosto limitate con la sola avvertenza che gli intervistati siano in possesso di conoscenze di base concernenti la tematica trattata. Dalla parte degli intervistati l'uso di questo strumento è facilitato dal fatto di essere di immediata comprensione e dalla possibilità di ottenere un quadro complessivo più rappresentativo della realtà in oggetto. Inoltre, questo strumento conoscitivo e di analisi è un'utile punto di partenza sia per definire *ex novo* una certa *policy* usando un approccio *bottom-up* che coinvolga tutti gli attori sociali interessati sia per valutare, ed eventualmente reindirizzare, una certa *policy*.

Nel nostro caso di studio l'implementazione

dell'approccio SWOT-AHP è stato volutamente calato nel contesto locale, in quanto si reputa che usando dati a scala locale si possa arrivare a delle raccomandazioni concrete e facilmente attuabili al fine di migliorare la gestione della filiera foresta-legno-energia.

Bibliografia

- Astat (2013a). Annuario statistico - Capitolo 3 Popolazione. [online] URL: http://www.provinz.bz.it/astat/download/JB2013_K3.pdf
- Astat (2013b). Censimento generale dell'agricoltura 2010. pp. 316. [online] URL: http://www.provincia.bz.it/astat/it/censimento-agricoltura/download/LZ_2010.pdf
- Bentsen NS, Felby C (2012). Biomass for energy in the European Union - a review of bioenergy resource assessments. *Biotechnology for Biofuels* 5 (1): 25. - doi: [10.1186/1754-6834-5-25](https://doi.org/10.1186/1754-6834-5-25)
- Berretti R, Moretti N, Motta R (2006). Corso di selvicoltura in Basilicata: un'utile confronto tra gruppi di esperti. *Forest@ 3* (1): 15-19. - doi: [10.3832/efor0347-003](https://doi.org/10.3832/efor0347-003)
- Beurskens LWM, Hekkenberg M, Vethman P (2011). Renewable energy projections as published in the national renewable energy action plans of the European Member states. ECN and EEA, Brussels, Belgium. [online] URL: <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2010/e10069.pdf>
- Catron J, Stainback GA, Dwivedi P, Lhotka JM (2013). Bioenergy development in Kentucky: a SWOT-ANP analysis. *Forest Policy and Economics* 28: 38-43. - doi: [10.1016/j.forpol.2012.12.003](https://doi.org/10.1016/j.forpol.2012.12.003)
- Cedrola E (2001). Appunti sulle ricerche di mercato. ISU Università Cattolica, Milano.
- Dees M, Yousef A, Ermert J (2011). Analysis of the quantitative tables of the national renewable energy action plans prepared by the 27 European Union Member States in 2010. BEE working paper D7.2, Biomass Energy Europe project, FELIS-Department of Remote Sensing and landscape information systems, University of Freiburg, Germany.
- De Groot R, Alkemade R, Braat L, Hein L, Willemsen L (2010). Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity* 7 (3): 260-272. - doi: [10.1016/j.ecocom.2009.10.006](https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2009.10.006)
- EC (2009). Decision no 406/2009/EC of the European parliament and of the council of 23 April 2009 on the effort of member states to reduce their greenhouse gas emissions to meet the community's greenhouse gas emission reduction commitments up to 2020. Official Journal of the European Union, L 140/136, Brussel, Belgium.
- EC (2010). A strategy for competitive, sustainable and secure energy. COM(2010) 639, European Union, Luxembourg.

- bourg.
- Egenhofer C, Behrens A, Georgiev A (2011). EU strategies for climate change policy beyond 2012. Hexagon Series on Human and Environmental Security and Peace 5: 1319-1332. - doi: [10.1007/978-3-642-17776-7_83](https://doi.org/10.1007/978-3-642-17776-7_83)
- ENEA (2011). Quaderno: biomasse e bioenergia. Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, Web site. [online] URL: http://www.enea.it/it/enea_informa/documenti/quaderni-energia/biomasse.pdf
- Ericsson K, Nilsson LJ (2006). Assessment of the potential biomass supply in Europe using a resource-focused approach. *Biomass and Bioenergy* 30: 1-15. - doi: [10.1016/j.biombioe.2005.09.001](https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2005.09.001)
- Fagarazzi C, Tirinnanzi A, Cozzi M, Napoli FD, Romano S (2014). The forest energy chain in Tuscany: economic feasibility and environmental effects of two types of biomass district heating plant. *Energies* 7 (9): 5899-5921. - doi: [10.3390/en7095899](https://doi.org/10.3390/en7095899)
- Gerardi V, Perrella G (2001). I consumi energetici di biomasse nel settore residenziale in Italia nel 1999. ENEA, Roma, pp. 35. [online] URL: http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/33/015/33015097.pdf
- Gerasimov Y, Karjalainen T (2008). Development program for improving wood procurement in northwest Russia based on SWOT analysis. *Baltic Forestry* 14 (1): 87-92. [online] URL: http://www.researchgate.net/profile/Yuri_Gerasimov/publication/235409349_Development_program_for_improving_wood_procurement_in_Northwest_Russia_based_on_SWOT_analysis/links/00b7d51e6591e8d1c50000.pdf
- Hänninen R, Mutanen A (2014). Forest bioenergy outlook. In: "Future of the European Forest-Based Sector: Structural Changes towards Bioeconomy" "Hetemäki L ed). What Science Can Tell Us 6, European Forest Institute, EFI, Joensuu, Finland, pp. 167. [online] URL: http://www.metla.fi/ohjelma/mtu/pdf/European_forest_industry_and_forest_bioenergy_outlook_up_to_2050_A_synthesis.pdf
- Hudiburg T, Law BE, Wirth C, Luyssaert S (2011). Regional carbon dioxide implications of forest bioenergy production. *Nature Climate Change* 1: 419-423. - doi: [10.1038/nclimate1264](https://doi.org/10.1038/nclimate1264)
- Kajanus M, Leskinen P, Kurttila M, Kangas J (2012). Making use of MCDS methods in SWOT analysis - Lessons learnt in strategic natural resources management. *Forest Policy and Economics* 20: 1-9. - doi: [10.1016/j.forpol.2012.03.005](https://doi.org/10.1016/j.forpol.2012.03.005)
- Kurttila M, Pesonen M, Kangas J, Kajanus M (2000). Utilizing the analytic hierarchy process (AHP) in SWOT analysis: a hybrid method and its application to a forest-certification case. *Forest Policy and Economics* 1 (1): 41-52. - doi: [10.1016/S1389-9341\(99\)00004-0](https://doi.org/10.1016/S1389-9341(99)00004-0)
- Magnani F (2005). Carbonio, energia e biomasse forestali: nuove opportunità e necessità di pianificazione. *Forest@ 2* (3): 270-272. - doi: [10.3832/efor0312-002](https://doi.org/10.3832/efor0312-002)
- Mantau U, Saal U, Prins K, Steierer F, Lindner M, Verkerk H, Eggers J, Leek N, Oldenburg J, Asikainen A, Anttila P (2010). EUwood - Real potential for changes in growth and use of EU forests, Final report, Hamburg, Germany, pp. 160.
- MEA (2005). Ecosystems and human well-being. Island Press Washington, DC, USA.
- Moiseyev A, Solberg B, Kallio AMI, Lindner M (2011). An economic analysis of the potential contribution of forest biomass to the EU RES target and its implications for the EU forest industries. *Journal of Forest Economics* 17: 197-213. - doi: [10.1016/j.jfe.2011.02.010](https://doi.org/10.1016/j.jfe.2011.02.010)
- Mühlberg C, Stauder M (2013). Regional profile of the biomass sector in South Tyrol, Italy. Report. [online] URL: http://www.foropa.eu/files/country_reports/sudtirolo_report_v04.pdf
- Notaro S, Paletto A, Piffer M (2012). Tourism innovation in the forestry sector: comparative analysis between Auckland Region (New Zealand) and Trentino (Italy). *iForest* 5: 262-271. - doi: [10.3832/ifer0631-005](https://doi.org/10.3832/ifer0631-005)
- PAB (2011). Piano Clima. Energia- Alto Adige- 2050. Dipartimento all'urbanistica, ambiente ed energia, Provincia Autonoma di Bolzano, Bolzano, pp. 104.
- Pesonen M, Ahola J, Kurttila M, Kajanus M, Kangas J (2001). Applying A'WOT to forest industry investment strategies: case study of a Finnish company in North America. In: "The Analytical Hierarchy Process in Natural Resource and Environmental Decision Making" (Schmoldt DL, Kangas J, Mendoza GH, Pesonen M eds). Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, Netherlands, pp. 187-198. - doi: [10.1007/978-94-015-9799-9_12](https://doi.org/10.1007/978-94-015-9799-9_12)
- Rauch P (2007). SWOT analyses and SWOT strategy formulation for forest owner cooperations in Austria. *European Journal of Forest Research* 126 (3): 413-420. - doi: [10.1007/s10342-006-0162-2](https://doi.org/10.1007/s10342-006-0162-2)
- Rete Civica Alto Adige (2012). Turismo in Alto Adige / Anno turistico 2011/12. Collana n. 191, Istituto provinciale di statistica - ASTAT, Bolzano, pp. 2, [online] URL: http://www.provincia.bz.it/it/servizi/servizi-az.asp?bnsvaz_flid=1033309
- Saaty RW (1987). The analytic hierarchy process - what it is and how it is used. *Mathematical Modelling* 9 (3-5): 161-76. - doi: [10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8)
- Sacchelli S, De Meo I, Paletto A (2011). The analysis of logging residues chain for a sustainable bioenergy production: a case study in Northern Italy. In: "Efficient and safe production processes in sustainable agriculture and forestry" (Quendler E, Kossler K eds). Proceedings of XXXIV CIOSTA Conference, Vienna.

- Sarner Group (2014). Dati e fatti sul Gruppo Sarner. [online] URL: <http://www.sarner-group.com/it/sarner-group/dati-e-fatti.html>
- Schulze ED, Körner C, Law BE, Haberl H, Luysaert S (2012). Large-scale bioenergy from additional harvest of forest biomass is neither sustainable nor greenhouse gas neutral. *GCB Bioenergy* 4 (6): 611-616. - doi: [10.1111/j.1757-1707.2012.01169.x](https://doi.org/10.1111/j.1757-1707.2012.01169.x)
- Shrestha RK, Alavalapati JR, Kalmbacher RS (2004). Exploring the potential for silvopasture adoption in south-central Florida: an application of SWOT-AHP method. *Agricultural Systems* 81 (3): 185-199. - doi: [10.1016/j.agsy.2003.09.004](https://doi.org/10.1016/j.agsy.2003.09.004)
- Soliño M, Prada A, Vázquez MX (2009). Green electricity externalities: Forest biomass in an Atlantic European Region. *Biomass and Bioenergy* 33 (3): 407-414. - doi: [10.1016/j.biombioe.2008.08.017](https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2008.08.017)
- Stupak I, Asikainen A, Jonsell M, Karlton M, Lunnan A, Mizaraite D, Pasanen K, Pärn H, Raulund-Rasmussen K, Röser D, Schroeder M, Varnagiryte I, Vilkryste L, Callesen I, Clarke N, Gaitnieks T, Ingerslev M, Mandre M, Ozolinčius R, Saarsalmi A, Armolaitis K, Helmisaarij HS, Indriksons A, Kairiukstis L, Katzensteiner K, Kukkola M, Ots K, Ravn HP, Tamminen P (2007). Sustainable utilisation of forest biomass for energy/Possibilities and problems: Policy, legislation, certification, and recommendations and guidelines in the Nordic, Baltic, and other European countries. *Biomass and Bioenergy* 31: 666-684. - doi: [10.1016/j.biombioe.2007.06.012](https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2007.06.012)
- Tahvanainen L, Tyrväinen L, Ihalainen M, Vuorela N, Koehmainen O (2001). Forest management and public perceptions - visual versus verbal information. *Landscape and Urban Planning* 53: 53-70. - doi: [10.1016/S0169-2046\(00\)00137-7](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(00)00137-7)
- TIS (2013). Benvenuti alla centrale di teleriscaldamento di Sarentino. *Economia in mostra*, Val Sarentino, Bolzano.