

Task 5.1: Dimostrazione e divulgazione sull'uso della biomassa da piantagioni dedicate e da formazioni forestali di prossimità territoriale

5.1.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina)

La produzione di bioenergia rappresenta una realtà diffusa e consolidata, sostenuta dalla disponibilità di molteplici fonti di materie prime destinabili all'uso energetico e dalla diffusione di tecnologie per la trasformazione ormai mature e affidabili. Le strategie di politica energetica al 2020, assegnano alla bioenergia, nell'ambito dello sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili (FER), un peso pari al 45% del totale, un dato questo destinato a crescere. L'interesse per le biomasse come fonte alternativa ai combustibili fossili è enormemente cresciuto a partire dai primi anni '90, a seguito soprattutto delle politiche europee di incentivazione delle colture energetiche, della ratifica del protocollo di Kyoto e della successiva attuazione degli impegni assunti dai paesi membri in termini di riduzione delle emissioni di CO₂, della generalizzata crescita della domanda energetica a livello internazionale e delle continue variazioni del prezzo del petrolio e dei suoi derivati. Nel dicembre 2009 l'Unione Europea, nell'ambito dei negoziati avviati a Copenaghen per un aggiornamento dei propositi sanciti dal protocollo di Kyoto (il post-Kyoto o Kyoto 2) (Schulze et al., 2002; Whalley and Walsh, 2008; Bodansky, 2011), ha fissato entro il 2020 degli obiettivi ambientali ed energetici molto ambiziosi (obiettivo 20-20-20): raggiungere il 20% del fabbisogno energetico complessivo con le sole fonti energetiche rinnovabili; ridurre i consumi energetici complessivi del 20%; ridurre unilateralmente del 20% le emissioni di CO₂ rispetto al 1990, con previsione del 30% entro il 2030 e oltre il 50% entro il 2050 in caso di accordo internazionale; raggiungere una quota pari al 10% di biocarburanti nell'ambito del consumo complessivo dei carburanti, innalzando così il limite menzionato nella direttiva 2003/30/EC, che risultava pari al 5,75% al 2010. Con l'adozione della Energy Roadmap 2050 del 15 dicembre 2011 (COM 2011 885/2), la Commissione Europea ha fissato come ulteriore obiettivo comunitario la riduzione dall'80% al 95% delle emissioni inquinanti entro il 2050 rispetto ai livelli del 1990, aumentando del 40% il livello fissato al 2020. Le prospettive future per un sistema energetico a zero emissioni sono concentrate principalmente sulla efficienza energetica, con effetti soprattutto sul versante della domanda, lo sviluppo delle fonti rinnovabili, lo sviluppo delle tecnologie di cattura e stoccaggio della CO₂, CCS (Carbon Capture and Storage,). In questo ambito, nel settore agricolo e forestale vengono considerate positive quelle iniziative che tendono a rafforzare il legame strategico fra bioenergia e agricoltura, promuovendo la diffusione di best practices e casi di successo di filiere agro-energetiche locali in grado di massimizzare le ricadute positive sul territorio. La bioenergia è ricavabile dalla manutenzione di formazioni forestali, naturali e artificiali, da residui lignocellulosici di origine agricola, oppure da piantagioni dedicate a ciclo breve (Short Rotation Coppice - SRC) e medio (Medium Rotation Coppice - MRC). Con la presente proposta progettuale si intende implementare un modello di microfiliera energetica sviluppata su scala territoriale, con centro di valorizzazione energetica localizzato presso il CREA-ING di Monterotondo. L'aspetto innovativo è rappresentato dalla possibilità di raggiungere un completo autoapprovvigionamento ed autoconsumo della biomassa, in gran parte prodotta da piantagioni dedicate aziendali e in minima parte di prossimità territoriale, con massimizzazione della sostenibilità economica ed ambientale, tenendo conto anche della bassa o nulla incidenza del trasporto della materia prima su strada. Allo stato attuale, infatti, l'azienda del CREA-ING possiede circa 7 ha di piantagioni dedicate, di cui circa 5 già in produzione e sottoposte a un diverso ciclo di ceduzione (da 2 a 9 anni). Tali risorse rappresentano una preziosa fonte di approvvigionamento e costituiscono una importante base di partenza per le attività sperimentali programmate nella presente task e per la filiera stessa. In tale contesto l'azione proposta prevede la realizzazione di una serie di attività, per le quali verranno promosse iniziative dimostrative e divulgative, riguardanti tutte le fasi della filiera:

approvvigionamento, raccolta, utilizzo e trasformazione della biomassa di diversa origine. L'azione proposta assume una forte valenza dimostrativa e di promozione di un modello di autoconsumo trasferibile in altre realtà agroforestali, soprattutto per il centro-sud Italia dove questa specifica tipologia di intervento non ha ancora avuto particolare diffusione.

5.1.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)

Task leader:

Giulio Sperandio - UO CREA-ING, (vedi Task 1.4).

Partecipanti:

Vincenzo Civitarese - UO CREA-ING, (vedi Task 1.6).

Mauro Pagano - UO CREA-ING, (vedi Task 1.6).

Marco Fedrizzi - UO CREA-ING, (vedi Task 1.4)

Enrico Santangelo - UO CREA-ING, (vedi Task 5.3)

Francesco Gallucci - UO CREA-ING, (vedi Paragrafo 1.8, pag. 22).

Stefano Verani - UO CREA-PLF, (vedi Task 2.4).

Giuseppe Pignatti - UO CREA-PLF, (vedi Task 2.4).

Giovanni Mughini - UO CREA-PLF. Ricercatore. È nato a Pisa il 4/08/1954. Consegue la laurea in scienze forestali conseguita presso la Facoltà di Scienze Agrarie e Forestali di Firenze nell'anno accademico 1978/79. Abilitato all'esercizio della libera professione di dottore forestale nell'anno 1980. Dal 1.03.1980 al 31.07.1995 ricercatore presso il Centro di Sperimentazione Agricola e Forestale (CSAF) di Roma dell'ENCC –SAF. Dal 1.08.1995 ricercatore dell'Unità di Ricerca Forestale (URF) di Roma, sezione operativa periferica dell'Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura (ISP) di Casale Monferrato, in comodato all'Istituto Sperimentale per la Difesa del Suolo (ISSDS) di Firenze del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (MiPAF). Dal 1.10.2004 ricercatore dell'Unità di Ricerca per le Produzioni Legnose Fuori Foresta (PLF), sede di Roma del CREA, Ente di Ricerca del MiPAF. Fin dall'inizio della sua attività professionale si è interessato di miglioramento genetico e coltivazione di specie a rapido accrescimento (eucalitto, pioppo). Come esperto ha collaborato con il Dipartimento per la Cooperazione e lo Sviluppo e per l'Istituto per il Commercio Estero nel 1988 in Malaysia e nel 2007 in Etiopia per aspetti riguardanti l'impiego e la coltivazione dell'eucalitto. Ha realizzato in Western Australia un campionamento delle popolazioni naturali di *Eucalyptus occidentalis* e in Italia di *Populus nigra*, realizzato confronti e selezione di specie e provenienze di varie specie di eucalitto, costituito parchi clonali, costituito e selezionato cloni ibridi di eucalitto ad elevata capacità rizogena e produttiva per l'impiego in colture per la produzione di biomassa per uso energetico e industriale oltre che per la produzione di legname di qualità. Si è interessato agli aspetti relativi alle tecniche di coltivazione e produttivi dell'eucalitto in piantagioni per la produzione di biomassa legnosa per uso energetico e industriale (materiale vivaistico, piantagione, cure culturali). Ha partecipato a ricerche riguardanti la selezione e la coltivazione di varietà clonali di pioppo per la coltura tradizionale e quella a ciclo breve per la produzione di biomassa. Inoltre a ricerche riguardanti la selezione di varietà di *Juglans regia*, *J.nigra* e loro ibridi per la produzione di legname di qualità. Si interessa attualmente anche di selezione ed impiego di varietà clonali di pioppo, salice, eucalitto per il fitorisanamento di acque e

suoli inquinanti da metalli pesanti ed eccesso di nutrienti. Come esperto ha collaborato con la FAO nell'ambito del progetto: TR: GCP/MOR/059 Régénération des forêts dans la région méditerranéenne par l'utilisation des eaux usées traitées. Lingue straniere: Buona conoscenza dell'inglese e dello spagnolo. Ha realizzato circa 100 tra studi e pubblicazioni scientifiche.

Publicazioni

- Civitarese V, Del Giudice A, Suardi A, Santangelo E, Pari L, 2015. Study on the effect of a new rotor designed for chipping short rotation woody crops croat. J. For. Eng., 36(1), 101-108.
- Civitarese V, Faugno S, Pindozi S, Assirelli A, Pari L, 2015. Effect of short rotation coppice plantation on the performance and chips quality of a self-propelled harvester. Biosystem Engineering, 129, 370-377.
- Costa C, Sperandio G, Verani S, 2014. Use of multivariate approaches in biomass energy plantation harvesting: logistics advantages. Agric Eng Int: CIGR Journal Special issue, 71-79.
- De Natale F, Coaloa D, Grignetti A, Pignatti G, Presutti Saba E, Sperandio G, Verani S, 2011. Formazioni di specie forestali in ambiente rurale: valutazione delle risorse e delle funzioni. 8° Congresso Nazionale SISEF, Rende (CS), 04-07 Ott 2011.
- Di Matteo G, Sperandio G, Verani S, 2012. Field performance of three poplar clones in short rotation forestry of Central Italy. iForest, Biogeosciences and Forestry, 5, 224-229.
- Marchi E, Picchio R, Spinelli R, Verani S, Venanzi R, Certini G, 2014. Environmental impact assessment of different logging methods in pine forest thinning. Ecological Engineering, 70, 429-436.
- Picchio R, Neri F, Petrini E, Verani S, Marchi E, Certini G, 2012. Machinery-induced soil compaction in thinning two pine stands in central Italy. Forest ecology and management, 285, 38-43.
- Picchio R, Sirna A, Sperandio G, Spina R, Verani S, 2012. Mechanized harvesting of eucalypt coppice for biomass production using high mechanization level. Croatian Journal Forest Engineering, 33, 15-24.
- Verani S, Sperandio G, 2013. Raccolta di piantagioni energetiche di pioppo. Variazione del costo in relazione a una diversa organizzazione del cantiere. Sherwood, 191, 44-48.

5.1.3 Obiettivi della task

L'obiettivo generale della Task è quello di implementare un modello di microfiliera energetica sviluppata su scala territoriale, con centro di valorizzazione energetica localizzato presso il CREA-ING di Monterotondo. A tal fine l'attività verrà sviluppata in relazione ai seguenti obiettivi specifici:

1. valutazione delle potenzialità di autoapprovvigionamento di biomassa ritraibile da: piantagioni a ciclo breve e medio (già esistenti e da realizzare all'interno dell'azienda del CREA-ING e del CREA-PLF di Roma-Casalotti); formazioni naturali di prossimità territoriale; piantagioni forestali di conifere e latifoglie dell'azienda del CREA-PLF di Roma-Casalotti (attività, quest'ultima, in collegamento con la Task 2.4);
2. implementazione di un sistema informativo territoriale su base GIS per il supporto e la gestione delle fasi di valutazione e approvvigionamento delle biomasse;
3. valutazione della sostenibilità economica ed energetica dei singoli processi produttivi e dell'intera filiera in relazione all'impiego della biomassa di diversa origine nella centrale a griglia mobile del CREA-ING.

5.1.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

Le attività previste nella Task 5.1 saranno articolate in 3 linee, in relazione agli obiettivi sopra specificati.

Linea 1: valutazione delle potenzialità di autoapprovvigionamento di biomassa.

L'attività che verrà sviluppata in questa linea si articolerà nei punti seguenti:

- a. realizzazione di nuove piantagioni a ciclo breve e medio di diverse specie forestali, finalizzate al piano di autoapprovvigionamento energetico aziendale. L'attività prevede di mettere a dimora circa 13 ha di nuove piantagioni energetiche su terreni di proprietà del CREA-ING (10 ha), e del CREA-PLF di Roma-Casalotti (3 ha). La realizzazione di nuove piantagioni con specie a rapida crescita in condizioni pedoclimatiche differenti offre la possibilità di effettuare confronti diretti in termini di rese ed adattabilità di determinate varietà/specie ad areali produttivi differenti. Le specie forestali principali saranno il pioppo e l'eucalipto, con l'impiego di cloni selezionati e già sperimentati sui terreni del CREA-ING. Marginalmente, potranno essere impiegate altre specie forestali, in relazione alle esigenze funzionali del piano sperimentale. Per quanto riguarda il pioppo, verranno impiegate talee della lunghezza di 22-25 cm, per tutti i cicli colturali previsti, impiantate in modo meccanico con utilizzo di macchine specializzate trapiantatalee. Per l'eucalipto verranno impiegati semenzali con pane di terra, messi a dimora con una trapiantatrice forestale innovativa. La macchina è in grado di distribuire, contemporaneamente al posizionamento della piantina, anche uno specifico gel idroretentore che assicura una riserva idrica durante i primi mesi dalla messa a dimora. Le densità d'impianto previste varieranno da 1500 a 3000 piante/ha per le turnazioni medie (5-7 anni) e da 4000 a 5000 piante/ha per le turnazioni brevi (3-4 anni). La scelta di queste densità d'impianto scaturisce da osservazioni sperimentali pregresse che hanno evidenziato da un lato, la possibilità di migliorare dal punto di vista tecnico ed economico le operazioni di manutenzione della piantagione, con particolare riguardo al controllo meccanizzato delle infestanti e, dall'altro, la possibilità di garantire buone rese produttive, garantendo, nel contempo, una maggiore flessibilità gestionale anche in relazione alle richieste energetiche stagionali e alle esigenze della centrale. Le nuove piantagioni verranno monitorate per l'intera durata del progetto, dall'impianto, alla gestione e all'utilizzazione finale.
- b. monitoraggio, caratterizzazione dendrometrica e stima del potenziale di biomassa ritraibile dalle piantagioni dedicate, delle formazioni naturali arboree e arbustive di prossimità territoriale in ambiente rurale e delle piantagioni forestali di conifere e latifoglie. Per ciascuna tipologia di piantagione saranno sviluppate specifiche attività come descritto in seguito.

Piantagioni energetiche dedicate.

Per ciascuna tipologia di piantagione e ciclo colturale considerato si procederà a rilevare gli spazi di manovra, la presenza di ostacoli (fossi, recinti ecc.), il numero di filari e la loro relativa lunghezza, il clone impiantato, l'età delle ceppaie e della parte aerea, la densità teorica e reale. La distanza effettiva sulla fila sarà valutata su 10 plot misurando, per ciascuno di essi, la distanza tra il centro della prima e il centro dell'undicesima ceppaia e dividendo il valore ottenuto per 10. Il numero di fallanze sarà registrato all'interno dei medesimi plot. La distanza tra le file sarà invece rilevata su 30 ceppaie scelte a caso, misurando la distanza che intercorre tra il centro di ciascuna ceppaia campione e il centro delle corrispondenti ceppaie posizionate nelle file adiacenti. I parametri dendrometrici verranno rilevati seguendo la metodologia pubblicata sulle "linee guida per l'esecuzione delle prove di raccolta in SRF" della Aberdeen University – Department of Forestry. Il protocollo prevede l'individuazione di 30 ceppaie campione, scelte sulla base di una distanza di campionamento prefissata (dividendo la lunghezza totale di tutte le file dell'appezzamento per il numero di ceppaie campione), sulle quali procedere a quantificare il numero di fusti principali e secondari, i diametri (2 misure perpendicolari a 10 cm e a 130 cm da terra), le altezze e il relativo peso, provvedendo al taglio dei fusti e alla loro misurazione direttamente in campo con fettuccia metrica e dinamometro. Le rese produttive verranno stimate moltiplicando la biomassa media rilevata sulle ceppaie campione per la densità di impianto effettiva (tenendo conto della percentuale

di fallanze e del sesto di impianto reale misurato), verificando i dati calcolati durante le operazioni di raccolta attraverso la pesatura integrale del prodotto.

Formazioni forestali in ambiente rurale.

Per la stima delle biomasse ritraibili da formazioni forestali in ambiente rurale, entro un superficie di 10 km² in prossimità della centrale, si procederà alla fotointerpretazione, condotta su ortofoto recenti e immagini consultabili tramite Google Earth, e al rilevamento al suolo secondo un disegno di campionamento stratificato a due fasi già adottato in precedenti esperienze. I dati raccolti, archiviati in un database sottoposto a controlli di completezza, congruità e coerenza interna, verranno elaborati dopo aver modellizzato le relazioni diametro/altezza delle piante rilevate. Queste saranno applicate insieme ai modelli per la stima del volume legnoso sviluppati per l'inventario forestale, selezionando quelli più idonei alle caratteristiche specifiche e strutturali delle formazioni studiate.

Piantagioni forestali di conifere e latifoglie.

L'attività di monitoraggio delle piantagioni forestali verrà svolta all'interno della Task 2.B.4.

- caratterizzazione fisica della biomassa forestale ritraibile sia dalle piantagioni a ciclo breve, sia da altre tipologie di formazioni forestali. Il cippato prodotto durante le diverse prove sperimentali sarà classificato seguendo le normative europee di riferimento EN, analizzando la massa volumica apparente (UNI EN 15103:2009), l'umidità (UNI EN 14774-2:2009) e la granulometria (CEN/TS 15149-1:2006).

La *massa volumica apparente (bulk density)* sarà determinata utilizzando un cilindro di volume noto avente un rapporto altezza/diametro di 1,29 (la normativa UNI EN 15103:2009 richiede un rapporto h/Ø compreso tra 1,25 e 1,5). Il contenitore, una volta riempito di cippato, verrà lasciato cadere da un'altezza di 150 mm su un pannello di legno (dalle 2 alle 4 volte) al fine di favorire l'assestamento delle particelle, colmando lo spazio vuoto o rimuovendo il materiale in eccesso. Ultimata la procedura sopra descritta si procederà alla pesatura del cilindro con dinamometro da campo. La massa volumica apparente del campione tal quale verrà calcolata utilizzando la seguente equazione:

$$\text{BDar (Mar)} = (m_2 - m_1) \times V^{-1}$$

dove:

BDar= massa volumica del campione tal quale (kg/m³)

Mar= percentuale di umidità del campione su base umida

m₁ = massa del contenitore vuoto (kg)

m₂ = massa del contenitore pieno (kg)

V = volume netto del cilindro (m³)

La tolleranza ammessa tra le diverse ripetizioni sarà pari al 3%, per campioni con bulk density inferiore a 300 kg/m³ e del 2% per campioni con bulk density uguale o superiore a 300 kg/m³.

Il *contenuto di umidità* verrà valutato in laboratorio impiegando campioni del peso minimo di 500 g, inseriti in contenitori sigillati per il trasporto. Il materiale verrà essiccato in stufa termoventilata ad una temperatura di 103°±2°C fino al raggiungimento di un peso costante, utilizzando vassoi in metallo non corrodibile, resistente al calore e di dimensioni tali da contenere tutto il campione nella proporzione di 1 g/cm². Le pesate verranno effettuate con bilancia di precisione d=0,1 g.

La procedura prevista è la seguente:

- pesatura del vassoio pulito;
- pesatura del vassoio contenente il campione fresco;
- essiccamento in forno fino al raggiungimento di un peso costante, ovvero fino a quando la variazione del peso non supera lo 0,2% del peso totale, perso durante un ulteriore periodo di essiccamento di 60 minuti;

- pesatura dell'imballaggio contenente l'umidità persa dal materiale durante il trasporto;
- pesatura dell'imballaggio incontaminato utilizzato per il trasporto.

Il contenuto di umidità su base umida verrà quindi calcolato con la seguente equazione:

$$\text{Mar} = (m_2 - m_3 + m_4) \times (m_2 - m_1)^{-1} \times 100$$

dove:

- m_1 = peso del piatto o vassoio vuoto (g);
- m_2 = peso del piatto o vassoio carico prima dell'essiccamento (g);
- m_3 = peso del piatto o vassoio carico dopo l'essiccamento (g);
- m_4 = peso del contenuto di umidità dell'imballaggio (g).

Per la valutazione della *distribuzione granulometrica* del cippato verranno impiegati setacci con fori di diametro 3,15 mm, 16 mm, 45 mm e 63 mm. La massa minima dei campioni da utilizzare sarà pari a 8 litri, suddivisi in sottocampioni per evitare sovraccarichi. Al fine di impedire adesioni tra particelle i campioni verranno essiccati all'aria prima della setacciatura.

La procedura prevista è la seguente:

- pesatura del campione con bilancia di precisione $d=0,1$ g;
- distribuzione del campione (sottocampione) sul setaccio;
- setacciatura manuale con movimenti oscillatori sia verticali sia orizzontali;
- pesatura del materiale trattenuto da ciascun setaccio e dal panno collettore (approssimando a 0,1 g).

Il materiale con dimensioni superiori a 63 mm verrà classificato manualmente considerando la lunghezza maggiore della particella.

I risultati saranno espressi come percentuale in peso dell'intero campione verificando che la differenza tra il peso totale del campione e il peso della somma di tutte le frazioni non sia superiore al 2%.

Analisi del diverso livello di meccanizzazione e di tecnologia da impiegare in relazione alle diverse fasi della filiera. L'analisi prevede il monitoraggio e lo studio dei tempi di lavoro di tutte le operazioni meccanizzate, dall'impianto e gestione degli interventi colturali, alla raccolta, stoccaggio e movimentazione del materiale:

- impianto e gestione degli interventi colturali: il terreno sarà preparato eseguendo una doppia lavorazione (ripper + aratura superficiale), un affinamento superficiale e una concimazione di fondo con concime binario. Il trapianto meccanizzato sarà eseguito con trapiantatalee e trapiantatrice forestale, con controllo delle infestanti, chimico (pre e post impianto), e meccanico (post impianto). Saranno previste anche concimazioni di copertura ed eventuali irrigazioni di soccorso;
- raccolta della biomassa: si prevede l'adozione di un cantiere meccanizzato con falciatrinciacaricatrice su piantagioni di età inferiore a 3 anni, un cantiere semi-meccanizzato con abbattimento manuale (motosega) ed esbosco con trattore (con pinza e verricello) per piantagioni di 4-7 anni e l'impiego di un miniharvester per l'abbattimento di piantagioni con età superiore ai 7 anni.
- stoccaggio e movimentazione della biomassa: saranno impiegati due sistemi in relazione alla tipologia di raccolta adottata: stoccaggio di cippato fresco e stoccaggio di fusti interi; questi ultimi verranno sminuzzati dopo aver subito una parziale disidratazione. Lo stoccaggio verrà effettuato presso un piazzale dedicato, predisponendo un sistema di isolamento dal terreno e copertura mobile traspirante.

Lo studio dei tempi di lavoro per le operazioni agricole verrà effettuato seguendo la metodologia ufficiale della Commission Internationale de l'Organisation Scientifique du Travail en Agriculture (C.I.O.S.T.A.) e la raccomandazione dell'Associazione Italiana di Genio Rurale (A.I.G.R.) 3A R1. Relativamente alle operazioni più specificatamente forestali, verrà applicata la metodologia di analisi dei tempi di lavoro proposta per il settore forestale da Berti et al. (1989)

Linea 2: implementazione di un sistema informativo-territoriale su base GIS

L'attività che verrà sviluppata in questa linea si articolerà nei seguenti punti:

- a. mappatura delle diverse fonti di approvvigionamento considerate. L'attività prevede la verifica dei dati presenti in archivi territoriali già disponibili e utili per il progetto, la definizione di nuovi punti da rilevare in campo, operazioni di fotointerpretazione, sopralluoghi in campo, rilevamento con GPS, aree di saggio e rilievi in campo. Per ciascuna tipologia di sito produttivo saranno definite inoltre la posizione, la quota, la forma, la giacitura, la superficie lorda e netta, le coordinate del centroide, la viabilità di servizio, la pendenza, l'accidentalità, la presenza di ostacoli ed eventuali difficoltà di accesso. Per quanto concerne le formazioni di tipo forestale presenti in ambiente rurale, verranno considerate tutte quelle formazioni rappresentate da boschetti su piccole superfici, formazioni forestali lineari, piante sparse, piantagioni di arboricoltura da legno e piantagioni dedicate, in essere e di prossima costituzione, localizzate entro un'area di 10 km² in prossimità della centrale). Tali categorie spesso sfuggono ad un sistematico monitoraggio a livello nazionale rendendo più difficile la disponibilità e reperibilità di informazioni sui possibili effetti che tali formazioni offrono in termini ecologici, ambientali, paesaggistici ed economici. Relativamente a quest'ultimo aspetto si fa presente che il contributo di tali formazioni potrebbe servire a compensare temporanee carenze di biocombustibile e potrebbero essere utilmente affiancate alle più tradizionali fonti di approvvigionamento della filiera;
- b. implementazione del geodatabase contenente i dati inerenti le caratteristiche delle diverse formazioni oggetto di studio rilevate in concomitanza con le attività previste nella "linea 1" - monitoraggio, caratterizzazione dendrometrica e stima del potenziale di biomassa;
- c. modellizzazione dei flussi di biomassa dai siti produttivi al centro di trasformazione aziendale in funzione delle richieste energetiche, disponibilità, localizzazione, tipologia di biomasse e sistema di lavoro da adottare, con determinazione dei parametri e delle variabili tecniche, economiche ed energetiche riferibili all'intero processo produttivo;
- d. elaborazione di un modello previsionale su base GIS per la valutazione della sostenibilità tecnica, economica ed energetica dei singoli interventi di utilizzazione e dell'intero processo produttivo della filiera legno-energia.

Linea 3: valutazione della sostenibilità economica ed energetica.

I dati raccolti ed elaborati nelle linee 1 e 2, verranno utilizzati per implementare un'analisi complessiva per la valutazione della sostenibilità economica ed energetica a livello di singoli processi produttivi e di filiera:

- a. L'analisi prenderà in considerazione i principali indicatori economici al fine di procedere ad una comparazione del sistema di riscaldamento a biomassa, rispetto ai sistemi sostituiti basati sull'impiego di combustibili fossili. Per raggiungere tale obiettivo, si procederà inizialmente alla rilevazione degli elementi tecnico-economici che concorrono alla determinazione del costo di produzione unitario della biomassa reperibile in prossimità territoriale (SRF-MRF, formazioni forestali, formazioni fuori foresta), rilevando i costi di tutte le operazioni colturali effettuate fino all'impiego della biomassa nella centrale. Successivamente si procederà alla valutazione comparata del costo di produzione dell'unità di energia termica prodotta dal sistema a biomassa rispetto a quelle tradizionali a combustibile fossile (gasolio). In tale contesto verranno valutati i costi d'impianto e di gestione sia in relazione alla durata prevista del presente progetto (5 anni), sia in rapporto al presumibile ciclo di vita di una centrale di trasformazione a biomassa di potenza adeguata. Verrà adottata la metodologia di analisi LCCA (Life Cycle Cost Analysis) che riguarderà la stima dei costi relativi a singoli processi produttivi e all'intera filiera energetica in considerazione di un determinato periodo di tempo che in relazione al ciclo produttivo degli impianti e del periodo

di vita utile della centrale a biomassa, considera i costi di costruzione, gestione, manutenzione ed eventuale demolizione/recupero finale. La metodologia è supportata dall'applicazione della tecnica finanziaria del VAN (valore attuale netto) sui flussi finanziari del periodo considerato.

b. Valutazione di bilanci energetici dei processi di filiera della produzione delle biomasse. L'attività prevede di analizzare i consumi energetici relativi all'impiego della meccanizzazione nelle diverse fasi operative relative alla costituzione, manutenzione e gestione delle piantagioni forestali energetiche. Verrà sviluppata un'analisi di filiera applicando la metodologia LCA (Life Cycle Assessment).

5.1.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

Gli output previsti dalla task comprendono le seguenti deliverables:

D.5.1.1 - Output dell'attività sulla linea 1:

- redazione di articoli scientifici su riviste nazionali ed internazionali inerenti tutte le fasi dei processi produttivi della filiera energetica, presumibilmente a partire dal secondo anno;
- organizzazione di visite guidate, workshop e giornate dimostrative in campo, a partire dal secondo anno, sull'impiego di diversi livelli di meccanizzazione e tecnologie delle fasi di impianto, raccolta, trinciatura e stoccaggio in relazione alle diverse tipologie di biomasse reperibili. Nello specifico, relativamente all'operazione di impianto meccanizzato di piantagioni energetiche, sarà organizzata una giornata dimostrativa volta a dimostrare l'operatività di diverse macchine trapiantatrici presenti sul mercato nazionale, idonee per trapiantare specie forestali diverse (talee, semenzali e con inoculo di gel idroretentore). Per la fase di raccolta della biomassa si prevede di organizzare giornate dimostrative con l'allestimento di cantieri di raccolta differenziati in relazione alla tipologia e all'età delle piante da utilizzare (falciatrinciacaricatrice per SRF di 2-3 anni; miniharvester e cantiere semi-meccanizzato (motosega per l'abbattimento, esbosco con trattore munito di verricello forestale e/o pinza anteriore per l'esbosco e l'accatastamento delle piante) per l'abbattimento di MRF con età superiore a 4 anni; cantiere semi-meccanizzato e/o ad elevata meccanizzazione per l'utilizzazione di formazioni forestali.

D.5.1.2 - Output dell'attività sulla linea 2:

- report finale e articoli scientifici relativi alla modellizzazione di filiera su base GIS (in collegamento con le Linee 1 e 3).

D.5.1.3 - Output dell'attività sulla linea 3:

- report finale e articoli scientifici relativi sulla modellizzazione di tipo economico ed energetico di filiera (in collegamento con le Linee 1 e 2).

D.5.1.4 - Output della Task:

- redazione di un manuale operativo, presumibilmente entro la fine del progetto, relativo alle linee guida gestionali della filiera di autoconsumo dell'azienda del CREA-ING, anche in formato pdf, scaricabile on-line gratuitamente dal sito specifico del progetto.

5.1.6. Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt)

		<i>Attività</i>	<i>Deliverable</i>
Quadrimestri	1	- Monitoraggio e caratterizzazione dendrometrica delle piantagioni energetiche e delle altre formazioni forestali - Caratterizzazione fisica della biomassa forestale	D.5.1.1 D.5.1.1
	2	- Analisi del diverso livello di meccanizzazione e di tecnologia da impiegare - Implementazione del sistema informativo territoriale su base GIS	D.5.1.1 D.5.1.2

3	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoraggio e caratterizzazione dendrometrica delle piantagioni energetiche e delle altre formazioni forestali - Valutazione tecnica ed economica dei processi di filiera delle produzioni di biomasse - Valutazione di bilanci energetici dei processi di filiera della produzione delle biomasse - Report annuale dell'attività relative al primo anno 	<p>D.5.1.1</p> <p>D.5.1.1</p> <p>D.5.1.3</p> <p>D.5.1.1/D.5.1.2/D.5.1.3</p>
4	<ul style="list-style-type: none"> - Costituzione di nuove piantagioni a ciclo breve e medio di diverse specie forestali - Caratterizzazione fisica della biomassa forestale - Gestione e monitoraggio dei cantieri meccanizzati e delle operazioni di stoccaggio e movimentazione della biomassa 	<p>D.5.1.1</p> <p>D.5.1.1</p> <p>D.5.1.1</p>
5	<ul style="list-style-type: none"> - Analisi del diverso livello di meccanizzazione e di tecnologia da impiegare - Implementazione del sistema informativo territoriale su base GIS - Articoli scientifici su riviste nazionali ed internazionali 	<p>D.5.1.1</p> <p>D.5.1.2</p> <p>D.5.1.1/D.5.1.2</p>
6	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoraggio e caratterizzazione dendrometrica delle piantagioni energetiche e delle altre formazioni forestali - ed economica dei processi di filiera delle produzioni di biomasse - Valutazione di bilanci energetici dei processi di filiera della produzione delle biomasse. - Report annuale dell'attività relative al secondo anno 	<p>D.5.1.1</p> <p>D.5.1.1</p> <p>D.5.1.3</p> <p>D.5.1.1/D.5.1.2/D.5.1.3</p>
7	<ul style="list-style-type: none"> - Caratterizzazione fisica della biomassa forestale - Gestione e monitoraggio dei cantieri meccanizzati e delle operazioni di stoccaggio e movimentazione della biomassa - Organizzazione di visite guidate, workshop e giornate dimostrative in campo 	<p>D.5.1.1</p> <p>D.5.1.1</p> <p>D.5.1.1</p>
8	<ul style="list-style-type: none"> - Costituzione di nuove piantagioni a ciclo breve e medio di diverse specie forestali - Implementazione del sistema informativo territoriale su base GIS - Articoli scientifici su riviste nazionali e/o internazionali 	<p>D.5.1.1</p> <p>D.5.1.2</p> <p>D.5.1.1/D.5.1.1</p>
9	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoraggio e caratterizzazione dendrometrica delle piantagioni energetiche e delle altre formazioni forestali. - Valutazione tecnica ed economica dei processi di filiera delle produzioni di biomasse - Valutazione di bilanci energetici dei processi di filiera della produzione delle biomasse - Report annuale dell'attività relative al terzo anno 	<p>D.5.1.1</p> <p>D.5.1.1</p> <p>D.5.1.3</p> <p>D.5.1.1/D.5.1.2/D.5.1.3</p>
10	<ul style="list-style-type: none"> - Caratterizzazione fisica della biomassa forestale - Gestione e monitoraggio dei cantieri meccanizzati e delle operazioni di stoccaggio e movimentazione della biomassa 	<p>D.5.1.1</p> <p>D.5.1.1</p>

11	- Articoli scientifici su riviste nazionali e/o internazionali	D.5.1.1/D.5.1.2/D.5.1.3
12	- Monitoraggio e caratterizzazione dendrometrica delle piantagioni energetiche e delle altre formazioni forestali. - Valutazione tecnica ed economica dei processi di filiera delle produzioni di biomasse - Valutazione di bilanci energetici dei processi di filiera della produzione delle biomasse - Report annuale dell'attività relative al quarto anno	D.5.1.1 D.5.1.1 D.5.1.3 D.5.1.1/D.5.1.2/D.5.1.3
13	- Caratterizzazione fisica della biomassa forestale - Implementazione del sistema informativo territoriale su base GIS	D.5.1.1 D.5.1.2
14	- Gestione e monitoraggio dei cantieri meccanizzati e delle operazioni di stoccaggio e movimentazione della biomassa.	D.5.1.1
15	- Organizzazione di visite guidate, workshop e giornate dimostrative in campo Report finale dell'attività sviluppata nei cinque anni - Redazione di un manuale operativo.	D.5.1.1 D.5.1.1/ D.5.1.2/ D.5.1.3 D.5.1.4

5.1.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive

Le attività previste durante lo svolgimento del progetto porteranno al conseguimento dei seguenti risultati attesi:

- fornire indicazioni concrete sui livelli di rese produttive di biomassa per tipologia di impianto e ciclo colturale;
- individuare modelli colturali innovativi finalizzati a rendere più efficienti gli interventi meccanizzati per la manutenzione ordinaria degli impianti;
- determinare le produttività di lavoro per tutte le operazioni colturali d'impianto, gestione e raccolta della biomassa di varia origine (piantagioni dedicate, formazioni forestali);
- definire processi produttivi e metodologie di lavoro più sostenibili dal punto di vista economico ed energetico nei contesti di filiera agroenergetica di autoconsumo;
- determinare il costo unitario di produzione della biomassa e costo per unità di energia termica prodotta, ottenuta con le diverse tipologie di impianto e con i diversi sistemi di lavoro adottati, con individuazione di tutti gli indicatori economici necessari alla formulazione del giudizio di convenienza tra il sistema di riscaldamento a biomassa rispetto a quello tradizionale a combustibile fossile;
- fornire uno strumento di supporto su base GIS per la gestione dei flussi di biomassa della filiera agroenergetica su piccola scala.

Ostacoli prevedibili sono da riferire principalmente a condizioni meteorologiche sfavorevoli che potrebbero ritardare l'esecuzione degli interventi programmati concernenti la realizzazione dei nuovi impianti da biomassa e/o gli interventi di raccolta.

Le azioni correttive sono rappresentate da una rielaborazione del programma d'intervento che potrà prevedere slittamenti temporali per garantire una corretta esecuzione dei lavori.

5.1.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Il piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati prevede di:

- realizzare una pubblicazione scientifica sui risultati più rilevanti del progetto per ciascuna annualità a partire dal secondo anno del progetto:

- organizzare visite guidate, workshop e giornate dimostrative in campo in concomitanza con i più rilevanti interventi colturali meccanizzati, da realizzarsi al terzo e quinto anno, con il principale obiettivo di coinvolgere i soggetti operativi del settore interessati ad ulteriori sviluppi dell'iniziativa ed i soggetti pubblici (Regioni, Servizi di sviluppo agricolo, Comunità montane, Enti locali) deputati alla divulgazione;
- redazione di un manuale operativo, relativo alle linee guida gestionali della filiera di autoconsumo dell'azienda del CREA-ING scaricabile on-line dal sito specifico del progetto.

5.1.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 5.1.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 5.1.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.