

Fertilizzanti
 Inoculi
 Autoconsumo
 Scenari-climatici
 Meccanizzazione
 morianum
 Riduzione-CO2
 Fermentazione
 Raffrescamento
 Pellet
 Digestore
 Matrici
 Biocarburanti
 Allevamenti
 Riscaldamento
 AGRICOLTURA
 Automazione
 Consorzi-microbici
 Residui
 ligno-cellulosici
 Batteri
 Oleaginose
 ENERGIA
 Prototipi
 Brassicacee
 Energia-termica
 BIOGAS
 Centro-dimostrativo
 Cippato
 Servizi-ecosistemici
 Single-Cell-Oils
 Scarti-Agroalimentari
 Colture-protette
 Compattamento
 BIOMASSE
 Verde-urbano
 Biometano
 Arundo
 Arboricoltura
 Biolubrificanti
 Ammendanti
 Azoto
 Chimica-verde
 Progettazione Consumi
 Simulazione Molecole
 Farine Global-change
 Gruppi-elettrogeni
 Supporto-alle-decisioni
 Agro-ambiente
 Trazione
 Modelli
 Foreste
 Efficienza-energetica
 Digestato
 Riduzione-emissioni
 Cambiamento-climatico
 Servizi-ambientali
 Piantagioni
 Consumi-energetici
 Microfiliera
 Silybum

AGROENER

CO2
 Prototipi
 Oils forestali
 Biogas
 Biomasse
 due
 Supporto
 microbici
 Consumi
 digestore
 energetica
 Biolubrificanti
 Consorzi
 Single
 Fermentazione
 verde
 Meccanizzazione
 Compattamento
 Agricoltura
 Energia
 Digestato
 Biocarburanti
 Pastozza
 Chimica
 decisioni
 Cell
 protette
 energetici
 Algoritmi
 Riduzione

Energia dall'agricoltura: innovazioni sostenibili per la bioeconomia

Acronimo

AGROENER

Soggetto proponente: Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA) - Roma

Coordinatore: Paolo Menesatti, CREA-ING Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Unità di ricerca per l'ingegneria agraria

Timbro Istituzione	Il coordinatore del progetto <i>Paolo MENESATTI</i>

Monterotondo, 10 Febbraio 2016

Indice

Sommario

SEZIONE 1. Scheda di progetto	14
1.2 Titolo	14
1.3 Acronimo	14
1.4 Durata (mesi).....	14
1.5 Importo (€)	14
Finanziamento richiesto	14
Finanziamento concesso	14
1.6 Coordinatore del progetto e Istituzione proponente.....	14
1.7 Riferimenti bancari	14
1.8 Curriculum Vitae del coordinatore e dei workpackage (WP) leader e pubblicazioni significative.....	15
1.9 Parole chiave.....	23
SEZIONE 2. Descrizione generale del progetto	24
2.1 Sintesi del progetto.....	24
2.2 Rimodulazione progetto ENAGRI: nuova proposta AGROENER	25
2.3 Aree tematiche di riferimento e organizzazione del progetto	26
2.4 Inquadramento delle azioni del progetto negli obiettivi della programmazione del settore (sintesi).....	28
2.5 Stato dell'arte generale sull'argomento del progetto (sintesi)	40
2.6 Obiettivi generali.....	55
2.7 Schema attività dei WP e loro interconnessione.....	58
2.8 Quadro Sinottico dei WP e delle task	59
2.9 Durata del progetto.....	83
2.10 Articolazione temporale delle attività sulle task (Gantt)	83
2.11 Indicatori di verifica progettuale e loro applicazione	83
2.12 Risultati attesi e benefici del progetto.....	84
2.13 Diffusione e Valorizzazione dei risultati	87
2.14 Ostacoli prevedibili ed azioni correttive	88
2.15. Competenze e ruolo delle Unità Operative in relazione al progetto	88
2.15.1 Centro di ricerca per l'agrobiologia e la pedologia (CREA-ABP)	88
2.15.2 Servizio Formazione (CREA-AC)	88
2.15.3 Centro di ricerca per l'agrumicoltura e le colture mediterranee (CREA-ACM)	88
2.15.4 Centro di Ricerca per le Colture Industriali (CREA-CIN)	88
2.15.5 Centro Ricerche Produzioni Animali s.p.a. (CRPA)	89
2.15.6 Unità di ricerca per l'ingegneria agraria (CREA-ING)	89
2.15.7 Centro di ricerca per la produzione delle carni ed il miglioramento genetico (CREA-PCM)	89
2.15.8 Unità di ricerca per le produzioni legnose fuori foresta (CREA-PLF).....	89
2.15.9 Unità di ricerca per la valorizzazione qualitativa dei cereali (CREA-QCE)	89
2.15.10 Centro di ricerca per lo studio delle relazioni tra pianta e suolo (CREA-RPS).....	89
2.15.11 Unità di ricerca per i sistemi colturali degli ambienti caldo aridi (CREA-SCA)	90
2.15.12 Centro di Ricerca per la Selvicoltura (CREA-SEL)	90
2.15.13 Unità di ricerca per la suinicoltura (CREA-SUI).....	90
2.15.14 Unità di ricerca per il vivaismo e la gestione del verde ambientale ed ornamentale (CREA-VIV).....	90

2.16 Collaborazioni esterne.....	90
SEZIONE 3. Piano analitico delle attività	97
WP0: Coordinamento (WP leader: CREA-ING MENESATTI P.)	97
Task 0.1: Coordinamento.....	97
0.1.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	97
0.1.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	97
0.1.3 Obiettivi della task	97
0.1.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	98
0.1.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	99
0.1.6. Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt).....	99
0.1.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	99
0.1.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	100
0.1.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	102
WP1: Miglioramento, sviluppo e promozione dell'efficienza energetica delle macchine, delle attrezzature agricole e della meccanizzazione (WP leader: CREA-ING BISAGLIA C.)	103
1.1 Descrizione WP.....	103
1.2 Articolazione WP.....	104
Task 1.1: Sistemi avanzati di valutazione sperimentale delle caratteristiche e delle performance dei componenti delle macchine (ad es.: pneumatici, trasmissioni) al fine del miglioramento dell'efficienza energetica e prestazionale delle stesse.....	106
1.1.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	106
1.1.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività.....	107
1.1.3 Obiettivi della task	108
1.1.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	108
1.1.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	108
1.1.6 Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task(Gantt).....	109
1.1.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	110
1.1.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	110
1.1.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	111
Task 1.2: Trattori ad alimentazione esclusiva o combinata a biometano	112
1.2.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	112
1.2.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	112
1.2.3 Obiettivi della task	113
1.2.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	113
1.2.5. Descrizione degli output della task (deliverable).....	114
1.2.6 Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt).....	114
1.2.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	115
1.2.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	115
Task 1.3: Meccanizzazione ad elevata automazione per l'efficientamento energetico	117
1.3.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	117
1.3.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	117
1.3.3 Obiettivi della task	118
1.3.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	118
1.3.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	119

1.3.6	Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task(Gantt)	119
1.3.7	Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	121
1.3.8	Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati	121
1.3.9	Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	122
Task 1.4:	Sviluppo e testing sperimentale di algoritmi per la stima efficiente dei consumi delle lavorazioni agricole (ettaro-coltura)	123
1.4.1	Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina)	123
1.4.2	Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	123
1.4.3	Obiettivi della task	125
1.4.4	Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	126
1.4.5	Descrizione degli output della task (deliverable)	126
1.4.6	Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt)	126
1.4.7	Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	127
1.4.8	Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati	127
1.4.9	Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	128
Task 1.5:	Agricoltura di precisione come tool di efficientamento energetico, ambientale ed economico	129
1.5.1	Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina)	129
1.5.2	Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	130
1.5.3	Obiettivi della task	132
1.5.4	Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	132
1.5.5	Descrizione degli output della task (deliverable)	133
1.5.6	Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt)	134
1.5.7	Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	137
1.5.8	Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati	137
1.5.9	Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	138
Task 1.6:	Risparmio energetico nell'irrigazione anche attraverso sistemi di precisione	139
1.6.1	Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina)	139
1.6.2	Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	139
1.6.3	Obiettivi della task	142
1.6.4	Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	142
1.6.5	Descrizione degli output della task (deliverable)	143
1.6.6	Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt)	143
1.6.7	Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	144
1.6.8	Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati	144
1.6.9	Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	145
Task 1.7:	Sviluppo di un programma di supporto alle decisioni (SSD) per la diagnosi energetica di serre esistenti e la valutazione virtuale di opzioni migliorative	146
1.7.1	Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina)	146
1.7.2	Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	146
1.7.3	Obiettivi della task	147
1.7.4	Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	147
1.7.5	Descrizione degli output della task (deliverable)	148

1.7.6. Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt).....	148
1.7.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	148
1.7.8 piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	149
1.7.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	150
Task 1.8: Riduzione dei consumi energetici per il riscaldamento delle serre.....	151
1.8.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	151
1.8.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	152
1.8.3 Obiettivi della task	153
1.8.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	153
1.8.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	154
1.8.6 Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt).....	155
1.8.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	155
1.8.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	156
1.8.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	157
WP2: Sviluppo della filiera delle biomasse solide agroforestali (WP leader: CREA-CIN CEOTTO E.).....	158
2.1 Descrizione WP.....	158
2.2 Articolazione WP	159
Task 2.1: Sistemi di compattamento per biomasse residuali	160
2.1.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	160
2.1.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	160
2.1.3 Obiettivi della task	161
2.1.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	161
2.1.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	162
2.1.6 Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task(Gantt).....	162
2.1.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	164
2.1.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	165
2.1.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	166
Task 2.2: Colture e tecniche innovative per la produzione di bioenergia.....	167
2.2.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	167
2.2.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	168
2.2.3 Obiettivi della task	168
2.2.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	169
2.2.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	170
2.2.6 Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task(Gantt).....	171
2.2.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	171
2.2.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	172
2.2.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	173
Task 2.3: Valorizzazione delle biomasse lignocellulosiche per la produzione di energia termica..	174
2.3.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	174
2.3.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	175
2.3.3 Obiettivi della task	176
2.3.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	176

2.3.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	177
2.3.6 Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task(Gantt).....	177
2.3.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	178
2.3.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	178
2.3.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	179
Task 2.4: Valorizzazione delle biomasse forestali residuali	180
2.4.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	180
2.4.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	180
2.4.3 Obiettivi della task	181
2.4.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	181
2.4.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	182
2.4.6 Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task(Gantt).....	183
2.4.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	183
2.4.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	184
2.4.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	185
Task 2.5: Recupero di residui lignocellulosici da gestione del verde urbano.....	186
2.5.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	186
2.5.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	187
2.5.3 Obiettivi della task	189
2.5.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	189
2.5.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	190
2.5.6 Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task(Gantt).....	190
2.5.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	191
2.5.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	192
2.5.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	193
Task 2.6: Potenzialità produttiva e servizi ambientali di colture da bioenergia su suoli marginali. 194	
2.6.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	194
2.6.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	194
2.6.3 Obiettivi della task	196
2.6.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	196
2.6.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	198
2.6.6 Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt).....	199
2.6.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	199
2.6.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	200
2.6.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	202
WP3: Sviluppo della filiera del biogas (WP leader: CREA-PCM BUTTAZZONI L.).....	204
3.1 Descrizione WP.....	204
3.2 Articolazione WP	207
Task 3.1: Recupero di sottoprodotti agroindustriali per processi di valorizzazione energetica	208
3.1.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	208
3.1.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	209
3.1.3 Obiettivi della task	210
3.1.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	211

3.1.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	212
3.1.6. Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt).....	212
3.1.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	213
3.1.8 piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati	214
3.1.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	215
Task 3.2: Produzione d'inoculi per digestori anaerobici	216
3.2.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	216
3.2.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	217
3.2.3 Obiettivi della task	218
3.2.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	218
3.2.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	219
3.2.6 Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt).....	219
3.2.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	219
3.2.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	220
3.2.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	221
Task 3.3: Nuovo prototipo di digestore a due stadi	222
3.3.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	222
3.3.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	222
3.3.3 Obiettivi della task	223
3.3.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	224
3.3.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	225
3.3.6 Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt).....	225
3.3.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	226
3.3.8 piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati	226
3.3.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	227
Task 3.4: Impatto dei biodigestati sulle comunità microbiche dei suoli agrari	229
3.4.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione.....	229
3.4.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	229
3.4.3 Obiettivi della task	231
3.4.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	231
3.4.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	234
3.4.6. Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt).....	234
3.4.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	235
3.4.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	236
3.4.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	237
Task 3.5: Valutazione dell'efficacia agronomica dei digestati anaerobici e loro valorizzazione per l'uso agricolo.....	238
3.5.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	238
3.5.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	239
3.5.3 Obiettivi della task	240
3.5.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	241
3.5.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	244
3.5.6. Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt).....	244

3.5.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	244
3.5.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	245
3.5.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	246
Task 3.6: Utilizzo del pastazzo di agrumi e di altre biomasse residuali tipiche mediterranee come matrici alternative per la produzione di biogas	247
3.6.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	247
3.6.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	248
3.6.3 Obiettivi della task	249
3.6.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	250
3.6.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	251
3.6.6 Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt).....	251
3.6.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	252
3.6.8 piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	252
3.6.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	253
WP4: Bioraffinerie integrate in cicli produttivi agroalimentari (WP leader: CREA-ING POCHI D.)	254
4.1 Descrizione WP.....	254
4.2 Articolazione WP	255
Task 4.1: Idrolizzati enzimatici a basso tenore di azoto e di inibitori da biomassa lignocellulosica per la filiera del biodiesel di II generazione.....	256
4.1.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	256
4.1.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	257
4.1.3 Obiettivi della task	258
4.1.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	258
4.1.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	258
4.1.6. Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt).....	258
4.1.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	259
4.1.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	259
4.1.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	260
Task 4.2: SCO (Single Cell Oils) da scarti agroalimentari per biodiesel e biolubrificanti.....	261
4.2.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	261
4.2.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	262
4.2.3 Obiettivi della task	263
4.2.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	263
4.2.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	264
4.2.6. Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt).....	264
4.2.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	265
4.2.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	265
4.2.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	266
Task 4.3: Valutazione di colture oleaginose non alimentari per l'autoproduzione di biocarburanti e/o lubrificanti nei trattori ed in altri utilizzi agricoli	267
4.3.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	267
4.3.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	268

4.3.3 Obiettivi della task	269
4.3.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	270
4.3.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	270
4.3.6 Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task(Gantt).....	271
4.3.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	271
4.3.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	272
4.3.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	273
Task 4.4: Valutazione sperimentale dell'attitudine di oli "bio-based" all'utilizzo sulle macchine agricole per ridurre l'impatto dei lubrificanti sull'ambiente.....	274
4.4.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	274
4.4.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	275
4.4.3 Obiettivi della task	275
4.4.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	276
4.4.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	278
4.4.6 Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task(Gantt).....	278
4.4.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	279
4.4.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	279
4.4.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	280
WP5: Realizzazione impianti sperimentali, dimostrazioni e divulgazione (WP leader: CREA-ING GALLUCCI F.).....	281
5.1 Descrizione WP.....	281
5.2 Articolazione WP	282
Task 5.1: Dimostrazione e divulgazione sull'uso della biomassa da piantagioni dedicate e da formazioni forestali di prossimità territoriale	284
5.1.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	284
5.1.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	285
5.1.3 Obiettivi della task	286
5.1.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	286
5.1.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	291
5.1.6. Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt).....	291
5.1.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	293
5.1.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	293
5.1.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	295
Task 5.2: Produzione dimostrativa di pellet su piccola scala per la valorizzazione della biomassa di diversa origine.....	297
5.2.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	297
5.2.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	298
5.2.3 Obiettivi della task	299
5.2.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	299
5.2.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	300
5.2.6 Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task(Gantt).....	301
5.2.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	304
5.2.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	304
5.2.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	305

Task 5.3: Verifica della fattibilità del recupero di biomasse erbacee per impianti dimostrativi a biogas	307
5.3.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	307
5.3.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	308
5.3.3 Obiettivi della task	308
5.3.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	309
5.3.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	310
5.3.6 Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task(Gantt).....	311
5.3.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	312
5.3.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	313
5.3.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	314
Task 5.4: Sistema innovativo per la valorizzazione agricola del digestato	315
5.4.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	315
5.4.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	316
5.4.3 Obiettivi della task	317
5.4.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	317
5.4.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	318
5.4.6 Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task(Gantt).....	318
5.4.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	319
5.4.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	320
5.4.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	321
Task 5.5: Innovazione, dimostrazione e divulgazione della qualità del pellet	323
5.5.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	323
5.5.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	323
5.5.3 Obiettivi della task	324
5.5.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	325
5.5.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	326
5.5.6 Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task(Gantt).....	326
5.5.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	327
5.5.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	327
5.5.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	329
Task 5.6: Centro dimostrativo CREA-ING: Filiera energetica biomasse biogas/biometano: Utilizzo della biomassa e qualità delle emissioni dei sistemi di combustione nell'utilizzo del biogas/biometano, syngas e della biomassa	330
5.6.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	330
5.6.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	330
5.6.3 Obiettivi della task	333
5.6.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	334
5.6.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	344
5.6.6. Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt).....	344
5.6.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	345
5.6.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	345
5.6.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione (Task?).....	347

Task 5.7: Sistemi dimostrativi per la produzione di biogas da prodotti e derivati contaminati da micotossine.....	348
5.7.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	348
5.7.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	350
5.7.3 Obiettivi della task	353
5.7.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	353
5.7.5 Descrizione degli output della task (deliverable).....	355
5.7.6 Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task(Gantt).....	355
5.7.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	356
5.7.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	357
5.7.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	358
Task 5.8: Centro dimostrativo per la produzione aziendale di biogas e biometano e l'utilizzo in motorizzazioni sperimentali (gruppi elettrogeni, trattrici).....	359
5.8.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	359
5.8.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	359
5.8.3 Obiettivi della task	360
5.8.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	360
5.8.5. Descrizione degli output della task (deliberabile).....	362
5.8.6. Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt).....	362
5.8.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	363
5.8.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati.....	363
5.8.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	364
Task 5.9: Organizzazione e archiviazione risultati trasferibili. Formazione, trasferimento partecipato delle conoscenze. Focus group.....	365
5.9.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina).....	365
5.9.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)	365
5.9.3 Obiettivi della task	368
5.9.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task	369
5.9.5. Descrizione degli output della task (deliberabile).....	370
5.9.6. Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt).....	371
5.9.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive	372
5.9.8 piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati	372
5.9.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione	373
SEZIONE 4: Richieste finanziarie complessive per singola Unità Operativa.....	374
4.1: Unità Operativa: Centro di ricerca per l'agrobiologia e la pedologia (CREA-ABP)	374
4.1.1: Indirizzo postale.....	374
4.1.2: Importo totale della U.O. (€).....	374
4.1.3: Responsabile di gestione del finanziamento della UO	374
4.1.4: Tabella attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento per la UO	375
4.1.5: Tabella richiesta complessiva di finanziamento per la UO con riferimento ai singoli partecipanti e alle singole task	375
4.2: Unità Operativa: Ufficio Trasferimento tecnologico, brevetti e rapporti con le imprese (CREA-AC).....	376
4.2.1: Indirizzo postale.....	376
4.2.2: Importo totale della U.O. (€).....	376

4.2.3: Responsabile di gestione del finanziamento della UO	376
4.2.4: Tabella attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento per la UO	377
4.2.5: Tabella richiesta complessiva di finanziamento per la UO con riferimento ai singoli partecipanti e alle singole task	377
4.3: Unità Operativa: Centro di ricerca per l'agrumicoltura e le colture mediterranee (CREA-ACM)	378
4.3.1: Indirizzo postale.....	378
4.3.2: Importo totale della U.O. (€).....	378
4.3.3: Responsabile di gestione del finanziamento della UO	378
4.3.4: Tabella attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento per la UO	379
4.3.5: Tabella richiesta complessiva di finanziamento per la UO con riferimento ai singoli partecipanti e alle singole task	379
4.4: Unità Operativa: Centro di ricerca per le colture industriali (CREA-CIN).....	380
4.4.1: Indirizzo postale.....	380
4.4.2: Importo totale della U.O. (€).....	380
4.4.3: Responsabile di gestione del finanziamento della UO	380
4.4.4: Tabella attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento per la UO	381
4.4.5: Tabella richiesta complessiva di finanziamento per la UO con riferimento ai singoli partecipanti e alle singole task	381
4.5: Unità Operativa: Centro ricerche produzioni animali s.p.a. (CRPA)	382
4.5.1: Indirizzo postale.....	382
4.5.2: Importo totale della U.O. (€).....	382
4.5.3: Responsabile di gestione del finanziamento della UO	382
4.5.4: Tabella attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento per la UO	383
4.5.5: Tabella richiesta complessiva di finanziamento per la UO con riferimento ai singoli partecipanti e alle singole task	383
4.6: Unità Operativa: Unità di ricerca per l'ingegneria agraria (CREA-ING).....	384
4.6.1: Indirizzo postale.....	384
4.6.2: Importo totale della U.O. (€).....	384
4.6.3: Responsabile di gestione del finanziamento della UO	384
4.6.4: Tabella attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento per la UO	385
4.6.5: Tabella richiesta complessiva di finanziamento per la UO con riferimento ai singoli partecipanti e alle singole task	387
4.7: Unità Operativa: Centro di ricerca per la produzione delle carni ed il miglioramento genetico (CREA-PCM).....	391
4.7.1: Indirizzo postale.....	391
4.7.2: Importo totale della U.O. (€).....	391
4.7.3: Responsabile di gestione del finanziamento della UO	391
4.7.4: Tabella attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento per la UO	392
4.7.5: Tabella richiesta complessiva di finanziamento per la UO con riferimento ai singoli partecipanti e alle singole task	392
4.8: Unità Operativa: Unità di ricerca per le produzioni legnose fuori foresta (CREA-PLF)	393
4.8.1: Indirizzo postale.....	393
4.8.2: Importo totale della U.O. (€).....	393
4.8.3: Responsabile di gestione del finanziamento della UO	393
4.8.4: Tabella attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento per la UO	394
4.8.5: Tabella richiesta complessiva di finanziamento per la UO con riferimento ai singoli partecipanti e alle singole task	394
4.9: Unità Operativa: Unità di ricerca per la valorizzazione qualitativa dei cereali (CREA-QCE)	395
4.9.1: Indirizzo postale.....	395
4.9.2: Importo totale della U.O. (€).....	395

4.9.3: Responsabile di gestione del finanziamento della UO	395
4.9.4: Tabella attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento per la UO	396
4.9.5: Tabella richiesta complessiva di finanziamento per la UO con riferimento ai singoli partecipanti e alle singole task	396
4.10: Unità Operativa: Centro di ricerca per lo studio delle relazioni tra pianta e suolo (CREA-RPS)	397
4.10.1: Indirizzo postale.....	397
4.10.2: Importo totale della U.O. (€).....	397
4.10.3: Responsabile di gestione del finanziamento della UO	397
4.10.4: Tabella attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento per la UO ..	398
4.10.5: Tabella richiesta complessiva di finanziamento per la UO con riferimento ai singoli partecipanti e alle singole task	398
4.11: Unità Operativa: Unità di ricerca per i sistemi colturali degli ambienti caldo aridi (CREA- SCA).....	399
4.11.1: Indirizzo postale.....	399
4.11.2: Importo totale della U.O. (€).....	399
4.11.3: Responsabile di gestione del finanziamento della UO	399
4.11.4: Tabella attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento per la UO ..	400
4.11.5: Tabella richiesta complessiva di finanziamento per la UO con riferimento ai singoli partecipanti e alle singole task	400
4.12: Unità Operativa: Centro di ricerca per la selvicoltura (CREA-SEL)	401
4.12.1: Indirizzo postale.....	401
4.12.2: Importo totale della U.O. (€).....	401
4.12.3: Responsabile di gestione del finanziamento della UO	401
4.12.4: Tabella attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento per la UO ..	402
4.12.5: Tabella richiesta complessiva di finanziamento per la UO con riferimento ai singoli partecipanti e alle singole task	402
4.13: Unità Operativa: Unità di ricerca per la suinicoltura (CREA-SUI).....	403
4.13.1: Indirizzo postale.....	403
4.13.2: Importo totale della U.O. (€).....	403
4.13.3: Responsabile di gestione del finanziamento della UO	403
4.13.4: Tabella attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento per la UO ..	404
4.13.5: Tabella richiesta complessiva di finanziamento per la UO con riferimento ai singoli partecipanti e alle singole task	404
4.14: Unità Operativa: Unità di ricerca per il vivaismo e la gestione del verde ambientale ed ornamentale (CREA-VIV).....	405
4.14.1: Indirizzo postale.....	405
4.14.2: Importo totale della U.O. (€).....	405
4.14.3: Responsabile di gestione del finanziamento della UO	405
4.14.4: Tabella attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento per la UO ..	406
4.14.5: Tabella richiesta complessiva di finanziamento per la UO con riferimento ai singoli partecipanti e alle singole task	406
SEZIONE 5: Richieste finanziarie complessive per il progetto	407
5.1: Tabella richiesta di finanziamento per il coordinamento (Task 0.1)	407
5.2: Tabella richiesta complessiva di finanziamento distinta per WP	408

SEZIONE 1. Scheda di progetto

1.1 Tematica	Bioenergie
---------------------	------------

1.2 Titolo	Energia dall'agricoltura: innovazioni sostenibili per la bioeconomia
-------------------	---

1.3 Acronimo	AGROENER
---------------------	-----------------

1.4 Durata (mesi)	60
--------------------------	-----------

1.5 Importo (€)	Finanziamento richiesto 4.388.700 €	Finanziamento concesso
------------------------	---	-------------------------------

1.6 Coordinatore del progetto e Istituzione proponente	Nome e Cognome	Paolo Menesatti
	Qualifica	Direttore
	Istituzione di appartenenza	Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), Unità di ricerca per l'ingegneria agraria (ING)
	Indirizzo	Via della Pascolare 16, 00015 Monterotondo Scalo (Roma) - Italia
	Tel/fax	06 90675243 Fax 06 90625591
	e-mail	paolo.menesatti@crea.gov.it ing@entecra.it ing.pec@entecra.it

1.7 Riferimenti bancari	<p>Conto di Tesoreria intestato a: C.R.E.A. Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria Indirizzo: Via Po 14, 00198 Roma P.IVA: 08183101008 - C.F.: 97231970589 Tel.: 06 478361, Fax: 06 47836320, e-mail: crea@crea.gov.it</p> <p><u>Enti pubblici:</u> IBAN IT98F0100003245348300079347</p> <p>N. di conto di contabilità speciale aperto presso la Tesoreria centrale e provinciale dello Stato ai sensi della legge 29.10.1984, N. 720 di "Istituzione del sistema di Tesoreria unica per Enti ed Organismi pubblici"</p>
--------------------------------	---

<p>1.8 Curriculum Vitae del coordinatore e dei workpackage (WP) leader e pubblicazioni significative</p>	<p>WP0: WP Leader Paolo Menesatti UO CREA-ING Link to ORCID personal profile: https://orcid.org/0000-0001-8225-1724 Scopus: http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602984740 Studi: Dottorato di Ricerca in Ingegneria Agraria e Laurea (con lode) in Scienze Agrarie, Univ. Studi della Tuscia (VT). Professione attuale: Direttore (da Ottobre 2014) dell'Unità di ricerca per l'Ingegneria agraria (ING) del Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'economia Agraria (CREA), sede di Monterotondo (Roma) e Laboratorio di Treviglio (BG) con 44 unità di personale a tempo indeterminato e 17 non strutturato; Direttore incaricato (da Dicembre 2015) anche dell'Unità di ricerca per la valorizzazione qualitativa dei cereali (QCE) del Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'economia Agraria, sede di Roma con 36 unità di personale a tempo indeterminato e 5 non strutturato; Coordinatore dell'istituendo Centro per l'Ingegneria e le Trasformazioni Agroalimentari del CREA; Professione precedente: Primo tecnologo (2014-2001) e ricercatore (2001-1988) presso il CREA-ING. Incarichi attuali: vicepresidente e componente del “Comitato Unico di Garanzia per le pari opportunità, la valorizzazione del benessere di chi lavora e contro le discriminazioni (CUG)” del CREA; membro del Gruppo di Esperti della Valutazione dell'area Scienze agrarie e veterinarie (GEV 07) per il sistema di Valutazione della Qualità della Ricerca (VQR) 2011-2014; membro del Consiglio Scientifico della FOSAN (Fondazione per lo studio degli alimenti e della nutrizione); membro del collegio del dottorato in Biotecnologie Alimentari dell'Univ. della Tuscia di Viterbo; membro del Gruppo OCM Ortofrutta del MiPAAF; membro del Gruppo sementi del MiPAAF; membro del Gruppo OCM "questioni orizzontali" del MiPAAF; referente CREA per la traiettoria 6 (ICT) del Cluster Agrofood Nazionale (CLAN); membro del Gruppo PostHarvest della SOI (Soc. Italiana di Orticoltura); revisore per quasi tutte le principali riviste nazionali e internazionali del settore dell'ingegneria agraria e del bioprocess (Biosystems Engineering, CIGR Electronic Journal, Aquacultural Engineering, FAPT, Meat Science, Sensors, International Journal of Biometeorology, Postharvest technology, ecc). Incarichi precedenti: per oltre 15 anni è stato il responsabile del Laboratorio per le applicazioni ingegneristiche innovative del CREA-ING (sensoristica, spettrometria, optoelettronica, elaborazioni numeriche) e coordinatore del relativo gruppo di ricerca; membro del Consiglio Direttivo dell'AIIA (Ass. Italiana di Ingegneria Agraria) per gli anni 2001-2014; membro della SIS-Nir (Società Italiana di Spettroscopia Nir), membro della SPIE (International Society of Photonics Engineering); membro del Comitato Tecnico-scientifico dell'associazione e ETP “RELOADER” (REverse LOGistics And Development Of Environment Research); Progetti: Ha coordinato 4 progetti nazionali, partecipando, come responsabile di UO o di WP ad altre circa 45 attività finanziate da Enti pubblici nazionali (MiPAAF, MiUR), internazionali, regionali e da società e imprese private. E' stato consulente di industrie private nazionali e internazionali; mc member COST action FP1104 (2011-2015);</p>
---	--

Attività internazionale: membro dell'editorial board della rivista internazionale IF Q1 FABT - Food and Bioprocess Technology (dal 2008 ad oggi); delegato della CIGR presso diverse Sessions of FAO annual Conference/Council (2010-2015); membro del board della sessione VI (bioprocessing) della CIGR (Ass. Internazionale di Ingegneria Agraria (2001-2014); membro del comitato organizzatore del Congresso Internazionale di Postharvest 2004; vice-chairman del 3rd International Symposium of CIGR sect.6 (2007); responsabile all'accordo di cooperazione con INTA (Istituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria – Buenos Aires – Argentina; rappresentante presso l'ENTAM (European Network for Testing of Agricultural Machines) technical group "Soil Tillage and Sowing"; consulente per industrie internazionali (Kautex); PhD external examiner (2010 Dublin Insitute of Tecnology,Ireland); mc member COST action FP1104 (2011-2015); UE project financial signatory; research project evaluator for JSC "National Center of Science and Technology Evaluation" Republic of Kazakhstan (2015); valutatore progetti ricerca presentati nell'ambito dell'accordo di cooperazione scientifica tra Italia e Israele (Ministero degli Affari Esteri, Israel-Italy Call for Proposal 2015) per la tematica "Water and soil treatment"; COST action DC_FA (food and agriculture) - 2014 project evaluator;

Divulgazione: Ha tenuto diverse relazioni su invito anche internazionali, ha partecipato a numerosi congressi internazionali con proprie comunicazioni orali, ha fatto parte dei comitati scientifici in numerosi congressi internazionali.

Formazione: È stato correlatore di tesi di Laurea e co-tutore di dottorati di ricerca (Biotecnologie Agroalimentari, Ingegneria dei Materiali, Scienze Ambientali, Orticoltura); docente presso scuole di dottorato, corsi Regionali IFTS. E' docente interno CREA per statistica multivariata Base e avanzata, Excel, Matlab.

Premi: È stato vincitore come coautore, del premio per la miglior ricerca pubblicata da personale CREA nell'anno 2011 e del 'CIGR award Recognition' (2012).

Ambiti di ricerca: Si occupa principalmente di applicazioni di tecnologie ingegneristiche digitali e metodologie numeriche nei biosistemi, agroalimentare e agroindustriale (ICT, imaging, RFiD, spettrometria, proximal sensing, termografia, modellistica multivariata inferenziale o predittiva, elettronica e software open source), anche i relazione alle applicazioni di agricoltura digitale e di precisione. Ha realizzato prototipi di sistemi optoelettronici e meccanici (sistema misura 3D, banco multisensore per la selezione qualitativa online multiparametrica), nonchè ha sviluppato e implementato algoritmi innovativi (TPS color calibration, backwarping) e procedure software di acquisizione, elaborazione e controllo (Matlab, python). Si interessa anche di sensoristica per il postraccolta, di logistica (trasportistica refrigerata e distribuzione) e di tecniche rapide e non distruttive per l'analisi e la certificazione di aspetti della qualità di prodotti (agricoli e agroalimentari) e sistemi (allevamenti, serre, impianti lavorazione frutta, foresta), anche non food (pellet e wood cips).

Publicazioni (ultime 5 pubblicazioni internazionali inerenti le tematiche del progetto)

- Sgarbossa A, Costa C, Menesatti P, Antonucci F, Pallottino F, Zanetti M, Grigolato S, Cavalli R, 2015. A multivariate SIMCA index as discriminant in wood pellet quality assessment. *Renewable energy*, 76, 258-263.
- Febbi P., Menesatti P., Costa C., Pari L., Cecchini M. 2015. Automated determination of poplar chip size distribution based on combined image and multivariate analyses. *Biomass and Bioenergy*, 73, 1-10.
- Sgarbossa A, Costa C, Menesatti P, Antonucci F, Pallottino F, Zanetti M, Grigolato S, Cavalli R, 2014. Colorimetric patterns of wood pellets and their relations with quality and energy parameters. *FUEL*, 137, 70-76.
- Febbi P, Costa C, Menesatti P, Pari L, 2013. Determining wood chip size: image analysis and clustering methods. *Journal of Agricultural Engineering*, 44(s1), 519-521(e102).
- Costa C, Menesatti P, Spinelli R, 2012. Performance modelling in forest operations through partial least square regression. *Silva Fennica*, 46(2), 241-252.

WP1: WP Leader Carlo Bisaglia

UO CREA-ING

Laureato in Scienze Agrarie presso l'Università di Padova, dottore di ricerca in innovazione tecnologica per le scienze agroalimentari e ambientali presso l'Università di Milano, opera come Primo ricercatore presso il CREA-ING di Treviglio (BG) dal 1988. Docente, assistente o esercitante per i corsi di meccanica agraria e correlatore di tesi di laurea per le Università di Padova, Piacenza, Milano e Bolzano. Revisore per le riviste scientifiche internazionali *Biosystem engineering*, *Transaction of the ASABE*, *Applied engineering in agriculture*. Membro dei Comitati scientifici dei Convegni internazionali *AgEng* e *Ragusa SWHA*. Responsabile scientifico di UO in più di 60 progetti di ricerca a finanziamento pubblico e privato. In ambito energetico è stato, rispettivamente, coordinatore e responsabile scientifico di UO dei Progetti *MiPAAF: F.Lo.R.Ener* (Floricoltura: Logistica e Risparmio Energetico) e *S.In.Bio.N* (Sistemi integrati biogas e azoto). È delegato per la conduzione del Laboratorio CREA-ING di Treviglio accreditato come stazione di prova ufficiale dell'OCSE per trattori agricoli e forestali. Autore o co-autore di più di 250 pubblicazioni.

Pubblicazioni

- Bisaglia C, Cutini M, Romano E, Nucci F, Provolo G, Riva E, Oberti R, 2010. F.lo.r.ener. a model focuses on energy management for greenhouses. *International Conference Ragusa, SHWA2010*, 614-620.
- Bisaglia C, Romano E, Cutini M, Nucci F, 2011. Conversion of a high demanding thermal-energy level greenhouse from conventional oil heating system to wood-based renewable sources heating system for tropical plants production in mediterranean conditions. *Acta Horticulturae*, 893 (ISSN 0567-7572). Published by ISHS, April 2011.
- Cheli F, Rocchi D, Schito P, Bisaglia C, Romano E, Nucci F, 2011. Investigation on airflow and temperature distribution in single-span greenhouse with new asymmetric vent openings using CFD. *Acta Horticulturae*, 2(893), 661-66.
- Cutini M, Romano E, Bisaglia C, 2012. Assessment of the influence of the eccentricity of tires on the whole body vibration of tractor drivers during

transport on asphalt roads. Journal of Terramechanics, 49(3-4), June-August 2012.

- Cutini M, Romano E, Bisaglia C, 2012. A Software for Evaluating the Radial Eccentricity of Agricultural Tires for Ride Comfort Test. Proceedings of III International Conference "Safety Health Welfare in Agriculture Agro-food and Forestry Systems, RAGUSA SHWA 2012", 173-181.

- Cutini M, Bisaglia C, 2014. Experimental identification of a representative soil profile to investigate Tractor Operator's Discomfort and Material Fatigue Resistance. In: Proceedings of AgEng 2014 "Engineering for improving resource efficiency". Zurich (CH), luglio 2014.

WP2: WP Leader Enrico Ceotto

UO CREA-CIN

Il Dott. Enrico Ceotto ha conseguito la laurea in Scienze Agrarie con voti 110/110 e lode presso l'Università degli Studi di Perugia nel 1983. Ha conseguito l'abilitazione all'esercizio della professione di Dottore Agronomo presso l'Università degli Studi di Perugia nel 1984. Ha conseguito un Master in Crop Science, specialization Production Ecology, (with distinction) presso la Wageningen Agricultural University (Paesi Bassi) nel 1999.

Posizione: 1 gennaio 2008 - presente: Primo ricercatore presso il Centro di ricerca per le colture industriali del Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria. (CREA-CIN);

30 giugno 1989 - 30 settembre 2007: Ricercatore presso la SOP di Modena dell'Istituto Sperimentale Agronomico;

3 novembre 1987 - 30 giugno 1989: Sperimentatore presso la SOP di Modena dell'Istituto Sperimentale Agronomico;

Incarichi: 15 marzo 2005 - 9 agosto 2007 (28 mesi): Direttore incaricato dell'Istituto Sperimentale Agronomico – SOP di Modena;

Professore a contratto presso la Facoltà di Medicina Veterinaria dell'Università degli studi di Milano, dal AA 1999/2000 all'AA 2011/2012 (13 anni) ha tenuto corsi di Agronomia e coltivazioni erbacee e di Produzioni vegetali (settore scientifico disciplinare AGR/02) per i Corsi di Laurea in Allevamento e Benessere Animale e di Medicina Veterinaria.

Interessi di ricerca: da diversi anni si dedica allo studio di tematiche di eco fisiologia e di agronomia ambientale applicate alle colture lignocellulosiche da energia, con particolare riguardo all'Arundo donax. Di detta specie ha messo a punto metodi di propagazione agamica, ha studiato l'andamento stagionale del tasso di crescita giornaliero e l'efficienza dell'uso della radiazione solare; l'efficienza dell'uso dell'azoto applicato sotto forma di liquami bovini; l'accumulo di carbonio organico nel suolo; la capacità di controllo dei nitrati potenzialmente lisciviabili nel profilo nel suolo.

E' revisore di articoli per le seguenti riviste scientifiche internazionali: Biomass & Bioenergy; Industrial Crops and Products; BioEnergy Research, Environmental Science & Technology; European Journal of Agronomy; Italian Journal of Agronomy; African Journal of Agricultural Research.

Pubblicazioni nel settore delle bioenergie:

- Ceotto E., Castelli F., Moschella A., M. Diozzi, Di Candilo M. 2015. Cattle slurry fertilization to giant reed (Arundo donax L.): biomass yield and nitrogen use efficiency. BioEnergy Research, 8, 3, 1252-1262.

- Ceotto E., Castelli F., Moschella A., M. Diozzi, Di Candilo M., 2014. It is not worthwhile to fertilize sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) with cattle slurry. Productivity and nitrogen-use efficiency. *Industrial Crops and Products*, 62, 380–386.
- Ceotto E., Di Candilo M., Castelli F., Badeck F.W., Rizza F., Soave C., Volta A., Villani G., Marletto V., 2013. Comparing radiation interception and use efficiency for the energy crops giant reed (*Arundo donax* L.) and sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Field Crops Research*, 149, 159-166.
- Ceotto E., Di Candilo M., 2010. Sustainable bioenergy production, land and nitrogen use. In: Lichtfouse E. (ed.) *Biodiversity, Biofuels, Agroforestry and Conservation Agriculture. Sustainable Agriculture Reviews*, Vol. 5, 101-122,
- Ceotto E. Di Candilo M., 2010. Shoot cuttings propagation of giant reed (*Arundo donax* L.) in water and moist soil: the path forward? *Biomass and Bioenergy*, 34: 1614-1623.
- Ceotto E., Di Candilo M. 2011. Medium-term effect of perennial bioenergy crops on soil organic carbon storage. *Italian Journal of Agronomy*, vol.6, 4, 14-19.

WP3: WP Leader Luca Buttazzoni
UO CREA-PCM

È nato a Trieste il 20 marzo 1957 e si è laureato in Scienza delle Produzioni Animali il 22 luglio 1980 presso la Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi di Bologna. Dopo un breve periodo presso un'azienda privata di servizi all'agricoltura, ha operato con diversi contratti fino ad agosto 1984 presso la Facoltà di Agraria dell'Università di Udine occupandosi di acquacoltura lagunare e di alimentazione dei ruminanti. Dal settembre 1984 al dicembre 1986 e poi ancora per qualche mese negli anni 1988 e 1989, grazie a due borse di studio del CNR e ad un contratto con quell'università, ha soggiornato a East Lansing (MI, USA) come ricercatore in visita presso la Michigan State University, dedicandosi a studi di genetica quantitativa. Rientrato in Italia, è stato assunto dall'Associazione Italiana Allevatori come responsabile del proprio Ufficio Studi. Dal 2 febbraio 1987 al 30 giugno 1993 si è occupato dell'impostazione di schemi di miglioramento genetico di razze bovine a duplice attitudine, bovine da carne, ovine da latte, suine, cunicole. Ha in particolare progettato schemi di funzionamento di Centri genetici, allevamenti nucleo, sistemi di raccolta dati, banche dati, sviluppando anche procedure di elaborazione statistica dei dati. Nel frattempo, elaborava un filone di ricerca sulle varianti proteiche del latte che ha portato a diverse pubblicazioni su riviste internazionali. Una di queste, pubblicata nel 1990 sul *Journal of Dairy Science*, ha accumulato ad oggi 270 citazioni (Google Scholar).

Dal 1 luglio 1993 al 30 aprile 2010 ha operato, prima come responsabile R&D e dal 2000 come Direttore tecnico, presso l'Associazione Nazionale Allevatori Suini. In quest'ambito sviluppava lo schema di miglioramento genetico del suino pesante italiano, partecipava alla stesura dei disciplinari di produzione dei prosciutti a Denominazione di Origine Protetta, all'organizzazione del sistema di controllo di quel sistema, all'analisi di scenari economici della produzione suinicola a livello nazionale ed europeo. Ha fatto parte di numerosi gruppi di lavoro europei in materie ambientali (Direttiva IPPC), economiche (Gruppo esperti carne suina), di benessere (Consiglio d'Europa, CEA, COPA-

COGECA). Nel frattempo ha proseguito la propria attività di ricerca soprattutto orientata alla genetica e genomica del suino. Ha partecipato a diverse sessioni per la valutazione di progetti di ricerca nell'ambito dei programmi europei FAIR e FP4 Biotechnology. Ha valutato per conto di INEA lo stato di avanzamento di progetti di ricerca finanziati nell'ambito della misura 2 del POM (Programma Operativo Multiregionale) 1997-2001. Ha inoltre operato come consulente del Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali in materia di miglioramento genetico animale: selezione degli ovini da latte e dei cavalli da sella e da trotto, costituzione e tenuta del nucleo di conservazione del cavallo Lipizzano, tenuta del libro genealogico dei cani, ecc..

Dal 1° febbraio 2007 al 30 aprile 2010, attraverso contratti di collaborazione professionale, ha assunto anche le funzioni di direttore tecnico dell'Associazione Italiana Allevatori (AIA). In tale veste si è occupato della riorganizzazione dell'ufficio studi, della riscrittura dei principali disciplinari che regolano l'attività istituzionale dell'AIA (Controlli funzionali) e della costituzione e sviluppo dell'anagrafe nazionale degli equidi per la parte di competenza AIA.

Dal 2 maggio 2010 è direttore del Centro di ricerca per la Produzione delle Carni ed il Miglioramento genetico del Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA-PCM). Dal 24 gennaio 2013 al 30 settembre 2014 è stato anche Direttore dell'Unità di ricerca per l'Ingegneria agraria CREA-ING.

È autore di circa 140 pubblicazioni, in gran parte su riviste scientifiche internazionali.

È socio dell'American Dairy Science Association, dell'American Society of Animal Science e dell'Associazione Scientifica di Produzione Animale.

Pubblicazioni

- Barcaccia G, Felicetti M, Galla G, Capomaccio S, Cappelli K, Albertini E, Buttazzoni L, Pieramati C, Silvestrelli M, Verini Supplizi A, 2013. Molecular analysis of genetic diversity, population structure and inbreeding level of the Italian Lipizzan horse. *Livestock Science*, 151, 124-133.
- Davoli R, Braglia S, Valastro V, Annarratone C, Comella M, Zambonelli P, Nisi I, Gallo M, Buttazzoni L, Russo V, 2012. Analysis of MC4R polymorphism in Italian Large White and Italian Duroc Pigs: Association with carcass traits. *Meat Science*, 90, 887-892.
- Fontanesi L, Galimberti G, Calò DG, Fronza R, Martelli PL, Scotti E, Colombo M, Schiavo G, Casadio R, Buttazzoni L, Russo V, 2012. Identification and association analysis of several hundred single nucleotide polymorphisms within candidate genes for backfat thickness in Italian Large White pigs using a selective genotyping approach. *Journal of Animal Science*, 90, 2450-2464.
- Fontanesi L, Schiavo G, Scotti E, Galimberti G, Calò DG, Samorè AB, Gallo M, Russo V, Buttazzoni L, 2015. A retrospective analysis of allele frequency changes of major genes during 20 years of selection in the Italian Large White pig breed. *J. Anim. Breed. Genet.*, 1-8.
- Moiola B, Coletta A, Buttazzoni L, 2013. Breeding and selection in dairy buffaloes in "Buffalo Livestock and Products", pp 493 – 497; ed. Antonio Borghese, coed. CRA.

WP4: WP Leader Daniele Pochi
UO CREA-ING

Primo Ricercatore, responsabile del Centro Prove Macchine Agricole (CPMA), laboratorio di prova di macchine motrici e operatrici. Attività: messa a punto di metodologie di prova, attrezzature e strumentazioni per l'analisi delle prestazioni di trattori agricoli, trasmissioni, impianti idraulici.

E' stato/è coordinatore di 9 progetti di ricerca e responsabile scientifico di Unità Operativa di ulteriori 6 progetti di ricerca. Ha inoltre partecipato come collaboratore all'attività di ricerca in altri 3 progetti. La produzione scientifica legata a tale attività comprende, fra l'altro:

- redazione di articoli scientifici e divulgativi su riviste internazionali e nazionali;
- redazione di rapporti e di certificati di prova (ENAMA ed ENTAM) di valenza nazionale ed internazionale;
- elaborazione di metodologie e protocolli di prova.
- sviluppo di brevetti nazionali e internazionali e prototipi di attrezzature di prova
- incarichi di referee per riviste internazionali
- Attività di correlatore e tutor in tesi di laurea e dottorati di ricerca.

In riferimento all'argomento specifico del WP4, ha svolto le seguenti attività:

- 1992-1993: prima sperimentazione con metilesteri di oli vegetali (precursori del Biodiesel) su trattori agricoli usati (progetto "Studio di fattibilità dell'utilizzo in agricoltura dei combustibili alternativi al gasolio" - CONAMA, 1993, M.A.F., D.M. 54021 del 31/12/1990 e D.M. 52540 del 02/06/1992).
- 2012: prima sperimentazione con olio UTTO (Universal Tractor Transmission Oil) a base vegetale su un trattore usato (collaborazione al progetto "Oro Verde" con Novamont e Coldiretti Terni).
- 2014-2016: responsabile scientifico dell'Obiettivo Realizzativo "OR4g" ("Test e validazione di biolubrificanti", per la valutazione funzionale di oli idraulici e di tipo UTTO, a base vegetale), nel progetto "BIT³G-Bioraffineria di 3^a Generazione Integrata nel Territorio" (finanziato dal MIUR nell'ambito dei cluster tecnologici, coordinatore: NOVAMONT s.p.a.).
- 2015-2016: Responsabile scientifico per il CREA-ING nel progetto: "Valutazione dell'introduzione sui trattori agricoli di sensori per il monitoraggio della qualità degli oli idraulici e lubrificanti" in collaborazione con CNH Industrial s.p.a (Convenzione di ricerca Ottobre 2015)

Publicazioni attinenti all'argomento

- Pochi, D.; Fanigliulo, R.; Pagano, M.; Grilli, R.; Fedrizzi, M., Fornaciari, L., 2013. Dynamic-energetic balance of agricultural tractors: active systems for the measurement of the power requirements in static tests and under field conditions. Proc. 10th Conference of the Italian Society of Agricultural Engineering "Horizons in agricultural, forestry and biosystems engineering". Viterbo, Italy, September 8-12, 2013. Journal of Agricultural Engineering, XLIV(s1):e84, 415-420.
- Assirelli A., Civitarese V., Fanigliulo R., Pari L., Pochi D., Santangelo E., Spinelli R., 2013. Effect of piece size and tree part on chipper performance. Biomass and Bioenergy, 54, 77-82.

- Fanigliulo R., Biocca M., Fedrizzi M., Pagano M., Pochi D., 2012. Evaluation of Energy Requirements and Residue Burial efficiency of three Primary Tillage Methods in a Heavy Clay Soil. Proc. Int. Conf. of Agricultural Engineering, CIGR-AgEng 2012, Valencia, Spain, July 8-12. ISBN 84-615-9928-4. On-line at: <http://cigr.ageng2012.org>
- Pochi D., Fanigliulo R., 2010. Testing of soil tillage machinery. In: Dedousis A. and Bartzanas T. (ed) Soil Engineering, "Soil Biology" Book Series, 20(10), 147-168. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Santoro G.; Pochi D., 1995. Utilizzo di metilesteri di oli vegetali come combustibili per trattori agricoli. Rivista di Ingegneria Agraria, 26(3), 175-183.

WP5: WP Leader Francesco Gallucci
UO CREA-ING

Ing. Francesco Gallucci, ricercatore responsabile dell'impianto di cogenerazione del CREA-ING di Monterotondo e dell'annesso laboratorio L A S - E R – B (Laboratorio Attività Sperimentali Energia Rinnovabile da Biomassa). Coordina il Progetto BTT (Bio Termo Test), Responsabile Scientifico del Progetto FAESI, è attualmente membro della Commissione tecnico-scientifica esaminatrice e di collaudo dei progetti relativi alla realizzazione di impianti dimostrativi pilota per la produzione di energia elettrica e/o termica da biomasse. Ha Progettato e realizzato l'impianto bi-stadio per la produzione separata di Idrogeno e Metano nell'ambito del progetto SOS-ZOOT scheda MAREA.

Publicazioni

- Aleandri R, Gallucci F, Marchetti R, Signorini A, Izzo G, Liberatore R, 2014. Method and plant for the continuous production of hydrogen (h2) and methane (ch4) from zootechnical effluents. International Publication Number WO 2014/147558 A1, PCT/IB2014/059942 (25/09/2014).
- Barontini M, Scarfone A, Spinelli R, Gallucci F, Santangelo E, Acampora A, Jirjis R, Civitarese V, Pari L, 2014. Fuel Quality and Storage Effect in Piles of Poplar Chips. 22st European Biomass Conference and Exhibition, 23-26 June 2014, Hamburg, Germany 324-328.
- Boubaker K, Colantoni A, Marucci A, Longo L, Gambella F, Cividino S, Gallucci F, Monarca D, Cecchini M. 2016. Perspective and potential of CO₂: A focus on potentials for renewable energy conversion in the Mediterranean basin. Renewable Energy, 90, 248-256.
- Civitarese V, Spinelli R, Barontini M, Gallucci F, Santangelo E, Acampora A, Scarfone A, Del Giudice A, Pari L, 2015. Open-Air Drying of Cut and Windrowed Short-Rotation Poplar Stems. BioEnergy Research, 1-7.
- Colantoni A, Longo L, Evic N, Gallucci F, Delfanti L. 2015. Use of Hazelnut's Pruning to Produce Biochar by Gasifier Small Scale Plant. International Journal of Renewable Energy Research, 5(3), 873-878.
- Pari L, Brambilla M, Bisaglia, C, Del Giudice A, Croce S, Salerno M, Gallucci F. 2015. Poplar wood chip storage: Effect of particle size and breathable covering on drying dynamics and biofuel quality. Biomass and Bioenergy, 961-9534.

1.9 Parole chiave	Efficienza energetica, biomasse, bioeconomia, bioraffineria, produzione di energia, biogas, biometano, allevamenti, biocarburanti, chimica verde, servizi ambientali, colture da bioenergia, modellistica, suoli marginali, azioni dimostrative, trasferimento, sostenibilità e criticità di impianti, microfiliera, autoconsumo, biolubrificanti, cambiamento climatico
--------------------------	--

SEZIONE 2. Descrizione generale del progetto

2.1 Sintesi del progetto

Il progetto si articola all'interno del comparto delle agro-bio-energie sviluppando nei suoi 6 work package (WP), incluso il coordinamento, tematiche riguardanti l'efficienza energetica di macchine ed impianti, l'utilizzo delle biomasse solide, ottenute prevalentemente da sottoprodotti agroforestali, il recupero dei sottoprodotti agroindustriali per lo sviluppo della filiera del biogas, l'utilizzo di colture dedicate come matrice per l'estrazione di biocombustibili e/o biolubrificanti nei cicli produttivi delle bioraffinerie integrate ed infine azioni di dimostrazione e trasferimento delle conoscenze in merito allo sviluppo di impianti di microgenerazione con analisi della sostenibilità e delle principali criticità.

Il WP1 si inserisce in uno dei principali obiettivi del programma finanziario dell'Unione Europea "Horizon2020". L'obiettivo principale è quello di migliorare e sviluppare l'efficientamento energetico sia delle macchine che delle strutture agricole con programmi innovativi (come l'agricoltura digitale di precisione e lo sviluppo di un'algorithmica avanzata per la stima efficiente dei consumi delle lavorazioni agricole - ettaro coltura) e migliorativi delle caratteristiche e delle performance della componentistica di base (ad es.: pneumatici, trasmissioni ecc...).

Altre azioni hanno come obiettivo, lo sviluppo di prototipi di trattori ad alimentazione esclusiva o combinata a biometano o ad elevata automazione mentre altre sono finalizzate a sviluppare algoritmi multivariati per la stima predittiva efficiente dei consumi delle lavorazioni agricole (ettaro-coltura) o di un programma di supporto alle decisioni (SSD) per la diagnosi e l'implementazione di sistemi innovativi per la riduzione dei consumi energetici (ventilazione e riscaldamento) all'interno di serre esistenti. La tematica dell'efficientamento energetico in questo WP viene anche affrontata utilizzando come tool sistemi di irrigazione innovativi.

Costituisce il punto centrale del WP2, lo sviluppo della filiera delle biomasse solide agroforestali tramite l'introduzione di sistemi innovativi e/o l'utilizzo di nuove soluzioni tecniche per la produzione di energia. Si tratta di un tema piuttosto complesso in quanto le biomasse provenienti dal comparto agricolo e forestale possono essere estremamente differenti dal punto di vista chimico-fisico. Tali caratteristiche possono avere un peso notevole sulla scelta del tipo di processo di trasformazione, sulle specifiche tecnologiche dell'impianto e sulle problematiche che si possono avere nelle varie fasi della filiera. Da questo punto di vista il ruolo del fattore meccanizzazione delle operazioni di raccolta, carico, trasporto, scarico e stoccaggio è fondamentale ed influenza in maniera determinante la sostenibilità economica dell'impiego del residuo. Un altro degli obiettivi del WP2, è quello quindi di ottenere materiale adatto per la produzione di energia, regolando accuratamente molti parametri e introducendo innovazioni e/o l'utilizzo di nuove soluzioni tecniche, per la valutazione dell'impatto sulle caratteristiche qualitative del prodotto e per la definizione delle corrette condizioni per la raccolta del prodotto stesso.

Il WP3 affronta il problema sia del recupero delle biomasse residuali per la produzione e la valorizzazione di colture dedicate, sia degli aspetti meccanici ed impiantistici per la valorizzazione del digestato per la filiera del biogas. L'utilizzo di scarti agricoli per la produzione di biogas offre significativi vantaggi ambientali in termini di produzione di calore e di energia, e di potenziale riduzione di gas a effetto serra. L'industria del biogas ha avuto notevole espansione in Europa dove la produzione di energia è aumentata del 31% tra il 2010 ed il 2011.

Il tema dell'innovazione è centrale all'interno del progetto ed il WP4 va ad integrare le nuove conoscenze che sono attese dell'attività complessiva operando nel comparto delle bioraffinerie. In particolare, saranno oggetto di studio l'idrolisi enzimatica a basso tenore di azoto e di inibitori da biomassa lignocellulosica per la filiera del biodiesel di II generazione, la produzione di Single Cell Oils (SCO) per biodiesel e biolubrificanti, la valutazione di prodotti da colture oleaginose non alimentari che le rendono idonee all'autoproduzione aziendale di biocarburanti e/o biodiesel e la

sperimentazione di oli a base vegetale per trattori agricoli per migliorare l'efficienza energetica e l'impatto ambientale. Il WP4 si pone quindi l'obiettivo di studiare, sperimentare e sviluppare alcune soluzioni di processo (smart-technologies) originali ed innovative per la produzione di bio-based e di valutare i prodotti da colture oleaginose non alimentari che le rendono idonee all'autoproduzione aziendale di biocarburanti.

Infine il WP5 ha come obiettivo generale quello di realizzare impianti sperimentali, che nel corso degli anni del progetto verranno affiancati da azioni dimostrative e divulgative, di diversa origine e funzionalità. In particolare vedrà la realizzazione di: una microfiliera energetica sviluppata su scala territoriale; una filiera di produzione di pellet su scala aziendale; sistemi innovativi per permettere l'utilizzo di biomasse agricole di scarto per l'alimentazione di impianti a biogas e per risolvere le problematiche legate ad un completo riutilizzo agronomico del digestato come importante fonte fertilizzante; sistemi innovativi di dimostrazione e divulgazione sulla qualità del pellet; un centro dimostrativo all'interno del CREA-ING di Monterotondo, che tenga conto del nuovo D.M. sulle Energie rinnovabili (n.28 del 6 luglio 2012 in vigore dal 01/01/2013) che favorisce i piccoli impianti di microgenerazione; sistemi dimostrativi per la produzione di biogas da prodotti derivati contaminati da micotossine; un centro dimostrativo per la produzione aziendale di: biogas e/o biometano, syngas e biochar ed infine di un modello di trasferimento delle conoscenze e dei risultati.

2.2 Rimodulazione progetto ENAGRI: nuova proposta AGROENER

In funzione della richiesta MiPAAF prot. N. 56402 del 10/08/2015, relativa alla rimodulazione ed integrazione del progetto esecutivo "Programma per la promozione, lo sviluppo, la ricerca, l'innovazione ed il miglioramento dell'efficienza energetica delle filiere agroenergetiche nazionali - Energia dall'Agricoltura - ENAGRI" (Decreto n.34927 del 9 agosto 2013), trasmesso con nota prot. n. 24236 del 11 aprile 2014 con il progetto "Agroenergie e biomateriali: dall'agricoltura innovazioni sostenibili per la bioeconomia - AgroEnergie2020 (trasmesso con nota prot. 34030 del 29 maggio 2015), e della conseguente attività congiunta tra ENAMA e CREA presupposta nel progetto ENAGRI, si è sviluppata la seguente proposta di rimodulazione e integrazione nel nuovo progetto dal titolo AGROENER.

Il progetto AGROENER vedrà le sue azioni (WP e task) integrate in quelle già definite nel progetto esecutivo ENAGRI. Nel paragrafo 3.2 "Voci di spesa e preventivo finanziario CRA" del progetto ENAGRI, vengono definite le attività di competenza del CREA, così di seguito dettagliate:

- 1.2) Miglioramento, sviluppo e promozione dell'efficienza energetica delle macchine, delle attrezzature agricole e della meccanizzazione;
- 5.2) Bioraffinerie integrate in cicli produttivi agroalimentari
- 5.3) Realizzazione impianti sperimentali tra cui la microgenerazione a scopo divulgativo.

Il WP1 del progetto AGROENER si integra perfettamente alla linea d'intervento 1 del progetto ENAGRI, portando appunto lo stesso nome del sottoparagrafo 2.1.2: "Miglioramento, sviluppo e promozione dell'efficienza energetica delle macchine, delle attrezzature agricole e della meccanizzazione". In quest'ultimo infatti è previsto un programma di iniziative per stimolare, promuovere e realizzare azioni di efficienza energetica e risparmio energetico nelle aziende agricole (consumi elettrici, termici e di carburanti) facendo riferimento al fatto che potrà essere sviluppata, almeno per le principali linee di meccanizzazione, una modellistica in grado di definire tali aspetti e fornire indicazioni chiare e di facile applicazione per una migliore efficienza energetica delle aziende agricole, obiettivo specifico anche del WP1 di AGROENER che prevedrà programmi di collaborazione tra CREA ed ENAMA. Inoltre il WP1, si integra alla perfezione anche all'altro sottoparagrafo del progetto esecutivo, il 2.1.1 "Miglioramento, sviluppo e promozione dell'efficienza energetica nelle aziende agricole", il quale si propone di fornire indicazioni agli imprenditori per il

miglioramento dell'efficienza energetica sia delle strutture aziendali (stalle, serre, annessi agricoli, aree funzionali alle aziende ecc.) che del parco macchine. Tale attività prevede una prima fase di individuazione e studio di modelli virtuosi di efficienza energetica presenti nelle aziende agroforestali che possono essere replicati in altre realtà.

Il WP2 ed il WP3 di AGROENER rispettivamente dai titoli “Sviluppo della filiera delle biomasse solide agroforestali” e “Sviluppo della filiera biogas”, si inseriscono invece nella linea d'intervento 2 di ENAGRI (Attività di ricerca e assistenza tecnica alle filiere agroenergetiche) ed in particolare nei sottoparagrafi 2.2.1.2 e 2.2.1.3. Per quanto riguarda il sottoparagrafo di ENAGRI riguardante la filiera delle biomasse solide agroforestali, questa prevede l'individuazione di imprese agricole e forestali che già operano o che potenzialmente potrebbero essere interessate a operare come produttori professionali di biomasse agroforestali. Obiettivo generale del WP2 in AGROENER, è proprio quello di sviluppare stime di potenziale produttivo di colture alternative per la produzione di bioenergia a copertura nazionale, quantificandone l'impatto ambientale ad integrarne la valutazione, con la prevista collaborazione tra CREA ed ENAMA. Per la filiera del biogas invece, in ENAGRI viene incentivata l'individuazione delle zone di intervento prioritario (elevata competitività) per il biogas. Nel WP3 di AGROENER, l'obiettivo si propone di massimizzare l'utilità economica degli impianti sperimentando sistemi che: riducano i tempi di ritenzione dei substrati con conseguente riduzione dell'investimento iniziale, solitamente molto elevato; aumentino, a parità di volume di reattore, la produzione di metano di circa il 25 %; producano una discreta quantità di idrogeno, che potrebbe anche essere unita con quella di metano (bio-idrometano) per produrre un biogas ancor più ricco e contribuiscano ad avviare la cosiddetta “economia dell'idrogeno”.

Il WP4 di AGROENER dal titolo “Bioraffinerie integrate in cicli produttivi agroalimentari” fa proprio riferimento al sottoparagrafo 2.5.2 della linea d'intervento 5 “Programma di ricerca e sviluppo di tecnologie innovative a supporto delle filiere agroenergetiche” del progetto esecutivo ENAGRI. Questa linea d'intervento in questa specifica azione prevede: la caratterizzazione di substrati agroalimentari potenzialmente utilizzabili in questa azione è prevista la caratterizzazione chimico-fisica, biologica e delle frazioni lignocellulosiche e organica delle materie prime potenzialmente utilizzabili nell'impianto e lo studio di diversi pretrattamenti della matrice di cui ne sarà caratterizzata la frazione liquida e la frazione solida. La collaborazione tra il CREA e l'ENAMA, in questo caso prevede l'obiettivo univoco di studiare, sperimentare e sviluppare alcune soluzioni di processo (smart-technologies) originali ed innovative per la produzione di bio-based e di valutare i prodotti da colture oleaginose non alimentari che le rendono idonee all'autoproduzione aziendale di biocarburanti. Saranno anche prodotti lubrificanti e/o fluidi oleodinamici, utilizzabili in sistemi con specifiche proprietà tribologiche, alternativi ai lubrificanti tradizionali nei trattori ed in altri utilizzi agricoli.

Infine, per quanto riguarda il WP5 la collaborazione tra CREA ed ENAMA, riguarderà il sottoparagrafo, 2.5.3 di ENAGRI “Realizzazione impianto sperimentale di microgenerazione a scopo divulgativo”, nel quale si farà riferimento alla normativa vigente che prevede interessanti opportunità per gli impianti di microgenerazione diffusa di proprietà di aziende agricole alimentati con le biomasse residuali. Il WP5 di AGROENER, ha infatti come scopo principale quello di realizzare impianti sperimentali, che nel corso degli anni del progetto verranno affiancati da azioni dimostrative e divulgative, di diversa origine e funzionalità come per esempio un impianto di microfiliera energetica sviluppata su scala territoriale ed un centro dimostrativo all'interno del CREA-ING di Monterotondo, che tenga conto del nuovo D.M. sulle Energie rinnovabili (n.28 del 6 luglio 2012 in vigore dal 01/01/2013) che favorisce i piccoli impianti di microgenerazione.

2.3 Aree tematiche di riferimento e organizzazione del progetto

Il progetto fa riferimento alla generale area tematica delle agroenergie, includendo primariamente gli aspetti di efficienza e efficientamento energetico e quindi alla produzione (termica, elettrica, biogas, biocarburanti, biolubrificanti, analisi di sistema di aree marginali). È poi presente un intero

WP dedicato alla dimostrazione e trasferimento delle conoscenze che saranno sviluppate dal progetto.

Il progetto è articolato nei 6 WP di indicati in Tab. 2.3.1 (compreso quello dedicato al coordinamento):

Tabella 2.3.1: Articolazione del progetto in WP.

N. WP	Titolo WP	U.O.	Coordinatore
WP0	Coordinamento	CREA-ING	Paolo MENESATTI
N. WP	Titolo WP	U.O. WP Leader	WP leader
WP1	Miglioramento, sviluppo e promozione dell'efficienza energetica delle macchine, delle attrezzature agricole e della meccanizzazione	CREA-ING	Carlo BISAGLIA
WP2	Sviluppo della filiera delle biomasse solide agroforestali	CREA-CIN	Enrico CEOTTO
WP3	Sviluppo della filiera del biogas	CREA-PCM	Luca BUTTAZZONI
WP4	Bioraffinerie integrate in cicli produttivi agroalimentari	CREA-ING	Daniele POCHI
WP5	Realizzazione impianti sperimentali, dimostrazioni e divulgazione	CREA-ING	Francesco GALLUCCI

Il progetto è stato pensato e sviluppato considerando tre principali fattori:

1. le esigenze, esplicite e latenti del settore allargato della bio-economia che comprende il settore delle agroenergie, considerando non solo istanze degli attori, ma anche le problematiche sociali ed economiche più ampie (es.: mitigazione dei cambiamenti climatici, sostenibilità delle produzioni di energia e di chimica, la salvaguardia della biodiversità, la rinnovabilità dei sistemi produttivi, l'impatto socio-economico e rurale, ecc.); tali esigenze sono state anche desunte da diversi documenti di riferimento:
 - a. l'attualità di queste tematiche è testimoniata dalla Commissione Europea, che nel 2011 ha inserito le biomasse ad uso industriale fra i sei mercati maggiormente innovativi e da promuovere nel prossimo futuro; questo concetto è stato ripreso sia dal Settimo programma quadro per la ricerca e lo sviluppo tecnologico (7° PQ) sia dal nuovo Horizon 2020;
 - b. il progetto ENAGRI (presentato ad Aprile 2014) che cercava di rispondere alle esigenze di cui sopra, ma esplorava parte degli aspetti che sarebbero stati richiamati nel successivo Piano di settore per le Bioenergie del MiPAAF del luglio 2014;
 - c. il Piano di settore per le Bioenergie del MiPAAF del 14 luglio 2014 mette in evidenza gli aspetti strategici della tematica delle bioenergie nell'ambito della ricerca in agricoltura;
 - d. il Piano strategico del MiPAAF per l'innovazione e la ricerca nel settore agricolo, alimentare e forestale 2014-2020, presentato nel luglio scorso, prevede lo sviluppo di bioraffinerie per la produzione di composti chimici, materiali e/o biocarburanti (AREA 5 del piano strategico);
 - e. la forte valenza strategica delle colture industriali, è dimostrata anche dalla recente "Bozza di Piano triennale per il rilancio e la razionalizzazione della ricerca del CREA che identifica l'utilizzo sostenibile delle risorse biologiche a fini energetici e

- industriali come una delle sei Aree tematiche strategiche per il rilancio dell'Ente, attraverso “la promozione del contributo del comparto agricolo e forestale alla crescita verde e alla bioeconomia”;
2. le competenze/facilities (expertise) a disposizione in primo luogo in ambito del CREA, coinvolgendo tuttavia anche numerose altre strutture esterne (CRPA, Università, CNR, aziende ed enti privati, ecc) dalle elevate professionalità e capacità in un'ottica di multidisciplinarietà:
 - a. sono state considerate non solo le esperienze e le capacità dei proponenti/partecipanti alle ricerche, ma è stato dato spazio, sebbene non prioritario, anche a proposte più specifiche, ma di elevata innovatività/potenzialità futura nel medio lungo/periodo che in alcuni casi nell'attualità possono sembrare di minore rilevanza applicativa;
 - b. l'idea di base è che un progetto di ricerca per non essere solo di sviluppo e trasferimento, debba e possa contenere elementi di innovazione scientifica di cui valutare l'applicabilità e la ricaduta sul settore economico e sociale di riferimento, in alcuni casi anticipando le “richieste” e non seguendole; tutto ciò ha ovviamente un elevato “rischio di ricerca” intrinseco (ad esempio quello di un blocco normativo esistente o futuro, alle applicazioni sviluppate, che in ogni caso potrebbe ugualmente variare in funzione delle evoluzioni socio-economiche);
 - c. conseguentemente non è stato possibile coprire tutte le aree/richieste potenzialmente interessanti; ne risulta che il progetto presenta un mix di proposte di respiro più generale e proposte più specifiche;
 - d. sono tuttavia state inserite, in una prospettiva aggiornata, esperienze sperimentali importanti nel settore, ma che richiedono ulteriori approfondimenti o conferme per essere opportunamente validate e trasferibili;
 - e. la divulgazione, dimostrazione e trasferimento del consolidato esperienziale già a disposizione in termini di strutture e conoscenze di elevata qualità (soprattutto nel CREA), conseguentemente allo svolgimento di passato e attuale di numerose attività progettuali in ambito delle agro energie;
 3. il budget di orientamento.

2.4 Inquadramento delle azioni del progetto negli obiettivi della programmazione del settore (sintesi)

Le azioni prioritarie identificate dal “Tavolo di filiera per le bioenergie” e dai relativi tre gruppi di lavoro e riportate nel Piano di Settore per le Bioenergie – PSB2014¹ sono schematizzate nella Figura 2.4.1:

¹ PSB2014 - Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, 2014, Piano di Settore per le Bioenergie: le filiere bioenergetiche e l'agricoltura italiana, Documento di sintesi, Luglio 2014, pag 21



Figura 2.4.1: Schema del Piano di Settore per le Bioenergie.

Il presente progetto, oltre a interessare fortemente l'azione A (Ricerca e Innovazione), presenta ampie connessioni con altre azioni prioritarie del documento citato.

Il progetto presenta inoltre forti interconnessioni con numerose azioni/priorità indicate nei seguenti documenti:

- PSIR piano strategico per l'innovazione e la ricerca nel settore agricolo alimentare e forestale (2014-2020):
- UE Horizon 2020: SFS2 Sustainable crop production, ERA for Climate Services, . H2020: SC5 objective "a sustainable supply and use of raw materials, in order to meet the needs of a growing global population within the sustainable limits of the planet's natural resources and eco-systems",
- HORIZON 2020 - WORK PROGRAMME 2014 – 2015 (9) - Food security, sustainable agriculture and forestry, marine and maritime and inland water research and the bioeconomy
- ISIB-4-2014/2015: Improved data and management models for sustainable forestry. H2020-SC5-7-2015: More effective ecosystem restoration in the EU; H2020-SC5-9-2014: Consolidating the European Research Area on biodiversity and ecosystem services; H2020-SC5-10-2014/2015: Coordinating and supporting research and innovation for the management of natural resources.
- ISIB-8-2014 Towards an innovative and responsible bioeconomy
- H2020: ISIB-4b-2014-15 - Improved data and management models for sustainable forestry; ISIB-10-2014: Networking of Bioeconomy relevant ERA-NETs, H2020: WASTE-7-2015, LCE 14–2014/2015
- Direttiva "Energia Rinnovabile" (2009/28/EC, RED) e Direttiva "Qualità dei combustibili" (2009/30/EC).

Nell'insieme, al fine di schematizzare l'inquadramento di ciascuna task del progetto negli obiettivi della programmazione del settore, si propone la seguente Tabella 2.4.1 che riprende per ciascuna task le azioni/priorità desunte dai precedenti documenti.

Tabella 2.4.1: Inquadramento del progetto negli obiettivi della programmazione del settore.

WP, Task	Riferimenti a PSB², PSIR³, e H2020
WP0: Coordinamento	<i>A. Ricerca e innovazione nel comparto delle bioenergie per l'intera filiera⁴; Focus Area Feasr 1.b: Interventi volti a rinsaldare i nessi tra agricoltura e silvicoltura da un lato e ricerca e innovazione dall'altro anche al fine di migliorare la gestione e le prestazioni ambientali⁵</i>
WP1: Miglioramento, sviluppo e promozione dell'efficienza energetica delle macchine, delle attrezzature agricole e della meccanizzazione	<i>C. Efficienza energetica⁶ Focus Area Feasr 5.b: Interventi volti a rendere più efficiente l'uso dell'energia nell'agricoltura e nell'industria alimentare⁷ SFS-2-2014/2015: Sustainable crop production.⁸</i>
Task 1.1: Sistemi avanzati di valutazione sperimentale delle caratteristiche e delle performance dei componenti delle macchine (ad es.: pneumatici, trasmissioni) al fine del miglioramento dell'efficienza energetica e prestazionale delle stesse	<i>C. Efficienza energetica: consumi carburanti⁹ Area 1 - Aumento sostenibile della produttività. Soluzioni tecnologiche per il miglioramento degli impianti e delle strutture aziendali.¹⁰</i>
Task 1.2: Trattori ad alimentazione esclusiva o combinata a biometano	<i>G. Sviluppo della filiera del biometano: ...appare in particolare interessante l'utilizzo del biometano per ottemperare all'obbligo di immissione in consumo di biocarburanti, oggi per gran parte importati¹¹; Focus Area Feasr 5.c Interventi per l'approvvigionamento e l'utilizzo di fonti di energia rinnovabili, sottoprodotti, materiali di scarto, residui e altre materie grezze non alimentari ai fini della bioeconomia¹²</i>
Task 1.3: Meccanizzazione ad elevata automazione per l'efficientamento energetico	<i>C. Efficienza energetica: consumi carburanti¹³ Ottimizzazione dei processi produttivi - Tecniche di agricoltura di precisione. Tecniche basate: su sistemi ICT in grado di "mettere in rete" sia le macchine motrici con le relative operatrici sia gli interi cantieri tra di loro al fine di registrarne le operazioni e ottimizzarne le prestazioni in termini di riduzione degli input produttivi e energetici; sulla meccanizzazione di alcune operazioni colturali come la potatura, la spollonatura, il diradamento, la raccolta; su alcune operazioni ordinarie sia nelle aziende agricole (guida assistita, azionamento di comandi ripetuti, sensori per l'ausilio alla raccolta) sia nelle serre (gestione automatizzata degli input, del microclima e del fotoperiodo).¹⁴</i>

² PSB2014 - Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, 2014, Piano di Settore per le Bioenergie: le filiere bioenergetiche e l'agricoltura italiana, Documento di sintesi, Luglio 2014

³ Piano Strategico per l'Innovazione e la Ricerca nel settore agricolo alimentare e forestale – Ministero delle Politiche Agricole Forestali ed Alimentari (2014-2020)

⁴ PSB2014, Azioni prioritarie, pag. 24

⁵ PSB2014, Tab. pag 35

⁶ PSB2014, Azioni prioritarie, pag. 25

⁷ PSB2014, Tab. pag 35

⁸ HORIZON 2020 - WORK PROGRAMME 2014 – 2015 (9) - Food security, sustainable agriculture and forestry, marine and maritime and inland water research and the bioeconomy, pag 9

⁹ PSB2014, Azioni prioritarie, pag. 25

¹⁰ PSIR2014-2020, 1 pag 50

¹¹ PSB2014, pag. 29

¹² PSB2014, Tab. pag 36

¹³ PSB2014, Azioni prioritarie, pag. 25

¹⁴ PSIR2014-2020, 1c pag 60

Task 1.4: Sviluppo e testing sperimentale di algoritmi per la stima efficiente dei consumi delle lavorazioni agricole (ettaro-coltura)	<i>C. Efficienza energetica: consumi carburanti¹⁵ Ottimizzazione dei processi produttivi - anche mediante l'utilizzo di sistemi di supporto alle decisioni.¹⁶</i>
Task 1.5: Agricoltura di precisione come tool di efficientamento energetico, ambientale ed economico	<i>Ottimizzazione dei processi produttivi - Tecniche di agricoltura di precisione. Tecniche basate: su sistemi ICT in grado di "mettere in rete" sia le macchine motrici con le relative operatrici sia gli interi cantieri tra di loro al fine di registrarne le operazioni e ottimizzarne le prestazioni in termini di riduzione degli input produttivi e energetici; sulla meccanizzazione di alcune operazioni colturali come la potatura, la spollonatura, il diradamento, la raccolta; su alcune operazioni ordinarie sia nelle aziende agricole (guida assistita, azionamento di comandi ripetuti, sensori per l'ausilio alla raccolta) sia nelle serre (gestione automatizzata degli input, del microclima e del fotoperiodo).¹⁷</i>
Task 1.6: Risparmio energetico nell'irrigazione anche attraverso sistemi di precisione	<i>Ottimizzazione dei processi produttivi - Tecniche di agricoltura di precisione. Tecniche basate: su sistemi ICT in grado di "mettere in rete" sia le macchine motrici con le relative operatrici sia gli interi cantieri tra di loro al fine di registrarne le operazioni e ottimizzarne le prestazioni in termini di riduzione degli input produttivi e energetici; sulla meccanizzazione di alcune operazioni colturali come la potatura, la spollonatura, il diradamento, la raccolta; su alcune operazioni ordinarie sia nelle aziende agricole (guida assistita, azionamento di comandi ripetuti, sensori per l'ausilio alla raccolta) sia nelle serre (gestione automatizzata degli input, del microclima e del fotoperiodo).¹⁸</i>
Task 1.7: Sviluppo di un programma di supporto alle decisioni (SSD) per la diagnosi energetica di serre esistenti e la valutazione virtuale di opzioni migliorative	<i>C. Efficienza energetica: consumi elettrici e termici¹⁹ Aumento sostenibile della produttività, della redditività e dell'efficienza dell'azienda agricola negli agro ecosistemi - C. Ottimizzazione dei processi produttivi anche mediante l'utilizzo di sistemi di supporto alle decisioni (telerilevamento, agricoltura e zootecnia di precisione, meccanizzazione integrale, robotica e altri sistemi automatici intelligenti, applicazione di principi e strumenti di intelligenza artificiale ecc.) e biotecnologie sostenibili.²⁰</i>
Task 1.8: Riduzione dei consumi energetici per il riscaldamento delle serre	<i>C. Efficienza energetica: consumi termici²¹ Materiali di copertura a foto selettività e termicità, che migliorano la gestione delle serre dal punto di vista del consumo energetico.²²</i>
WP2: Sviluppo della filiera delle biomasse solide agroforestali	<i>D. Sviluppo sostenibile delle energie rinnovabili, "La produzione di energia da biomassa è strettamente legata al territorio, inteso in senso sia fisico sia socio-economico e concorre alla protezione dell'ambiente naturale attraverso il recupero e la valorizzazione di scarti e residui, provenienti dai settori: agricolo (paglie, altri residui colturali, potature, reflui zootecnici); forestale (ramaglie e cimali); dell'agroindustria (sanse, vinacce, scarti di macellazione ecc.); della manutenzione del verde urbano e delle sponde e alvei dei fiumi; della raccolta differenziata della frazione organica dei rifiuti"²³</i>

¹⁵ PSB2014, Azioni prioritarie, pag. 25

¹⁶ PSIR2014-2020, 1c pag 58

¹⁷ PSIR2014-2020, 1c pag 60

¹⁸ PSIR2014-2020, 1c pag 60

¹⁹ PSB2014, Azioni prioritarie, pag. 25

²⁰ PSIR2014-2020, 1c pag 7-8

²¹ PSB2014, Azioni prioritarie, pag. 25

²² PSIR2014-2020, pag 176

²³ PSB2014, pag. 27

	<p><i>Focus Area Feasr 5.c Interventi per l'approvvigionamento e l'utilizzo di fonti di energia rinnovabili, sottoprodotti, materiali di scarto, residui e altre materie grezze non alimentari ai fini della bioeconomia</i>²⁴</p> <p><i>Filiera ligneocellulosica: coltivazioni arboree; 1) In generale per le coltivazioni arboree vi è la necessità che la ricerca analizzi la filiera completa a partire dalla materia prima (da foresta e da fuori foresta), e preveda lo sviluppo di macchinari e tecnologie innovative, che consentano di ottenere derivati con caratteristiche chimico-fisiche energetiche ottimali in termini di: pezzatura omogenea e di dimensioni idonee ai moderni e più efficienti, sistemi di conversione energetica; • umidità relativa estremamente ridotta che consenta di ottenere un elevato potere calorifico inferiore; • contenuto in ceneri inferiore</i>²⁵;</p> <p><i>H2020: SC5 objective "a sustainable supply and use of raw materials, in order to meet the needs of a growing global population within the sustainable limits of the planet's natural resources and eco-systems".</i>²⁶</p>
Task 2.1: Sistemi di compattamento per biomasse residuali	<p><i>Filiera Lignocellulosica, Sottoprodotti delle attività agricole, 1) Sviluppare processi di innovazione tecnologica per il recupero dei residui delle colture agricole, arboree ed erbacee; 2) Migliorare l'efficienza nell'utilizzo delle biomasse di scarto e delle colture energetiche; 3) Risolvere le problematiche connesse al recupero dei sottoprodotti agricoli e forestali</i>²⁷;</p>
Task 2.2: Colture e tecniche innovative per la produzione di bioenergia	<p><i>Filiera Lignocellulosica, colture erbacee energetiche lignocellulosiche tradizionali e dedicate, 2) Sviluppo di innovazioni tecnologiche per l'impianto e la raccolta dell'Arundo donax del miscanto, del panico;</i>²⁸</p> <p><i>Filiera Lignocellulosica, colture erbacee energetiche lignocellulosiche tradizionali e dedicate;</i>²⁹</p>
Task 2.3: Valorizzazione delle biomasse lignocellulosiche per la produzione di energia termica	<p><i>Filiera Lignocellulosica, Coltivazioni arboree: da fuori foresta con colture specifiche a ciclo brevissimo e medio-breve, 4) Riduzione dei costi della meccanizzazione e delle utilizzazioni; 5) Miglioramento e promozione di tecnologia e tecniche innovative di preparazione delle biomasse lignocellulosiche; 7) Miglioramento nella trasformazione delle biomasse in prodotti per la produzione di energia (pellet, cippato, briquettes e legna da ardere) di elevata qualità in termini di pezzatura, potere calorifico e contenuto in ceneri; 8) Analisi dei sistemi di stoccaggio nell'ottica della riduzione delle perdite di s.s. e diffusione di spore fungine nell'ambiente; 10) Implementazione di piattaforme di servizio per la fornitura di calore utile a processi di essiccazioni ottenendo così maggiore valore aggiunto per gli impianti.</i>³⁰</p> <p><i>Soluzioni tecnologiche per il miglioramento degli impianti e delle strutture aziendali - L'utilizzo di energie alternative e il recupero energetico devono diventare una prassi generalizzata, ma anche la produzione di energia rinnovabile – anche da scarto - in quei contesti aziendali che lo consentono (aziende forestali, aziende zootecniche, aziende</i></p>

²⁴ PSB2014, Tab. pag 36

²⁵ PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 63

²⁶ HORIZON 2020 – Work Programme 2014-2015 – (12) - Climate action, environment, resource efficiency and raw materials, pag 5

²⁷ PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 63

²⁸ PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 64

²⁹ PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 64

³⁰ PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 64

	<i>frutticole/olivicole/viticole, aziende dotate di serre , ecc.) per la produzione di agro-voltaico, agro-eolico, geotermico, biogas, pellet, biochar, ecc.³¹</i>
Task 2.4: Valorizzazione delle biomasse forestali residuali	<i>Filiera Lignocellulosica, residui legnosi, da utilizzazioni selvicolturali 1) Sviluppo di tecnologie per il recupero dei cimari e ramaglie lasciate in foresta; recupero delle biomasse da terreni abbandonati, arbusteti improduttivi, fasce parafuoco, impianti ex 2080³²</i>
Task 2.5: Recupero di residui lignocellulosici da gestione del verde urbano	<i>Filiera Lignocellulosica, residui legnosi da interventi manutenzione verde urbano. 1) Sistemi logistici per dividere ed utilizzare separatamente i residui legnosi per utilizzi energetici da quelli verdi per produzione di compost³³; L'utilizzo di energie alternative e il recupero energetico devono diventare una prassi generalizzata, ma anche la produzione di energia rinnovabile – anche da scarto.³⁴ Sperimentazione di nuovi processi di raccolta, gestione, trasformazione e valorizzazione energetica di biomasse prodotte in ambito urbano e in vivaio (potature, sfalci, abbattimento di alberi vecchi, ecc.).³⁵ WASTE-7-2015: Ensuring sustainable use of agricultural waste, co-products and by-products: evaluate existing techniques and develop new and innovative approaches for efficient use of agricultural waste, co-products and by-products, thereby contributing to the creation of sustainable value chains in the farming and processing sectors (including the organic sector).³⁶</i>
Task 2.6: Potenzialità produttiva e servizi ambientali di colture da bioenergia su suoli marginali	<i>Le bioenergie: un'opportunità per l'agricoltura e per l'ambiente: "Una corretta pianificazione per lo sviluppo delle filiere bioenergetiche dovrà assicurare una equa distribuzione di tali colture su tutto il territorio nazionale, puntando in particolar modo su avvicendamenti colturali o sulla ripresa produttiva di terreni a riposo o a rischio di marginalizzazione. In tale ottica è possibile immaginare uno scenario di medio termine dell'ordine del milione di ettari, con un impatto rilevante sull'intero sistema socio-economico nazionale e sensibili benefici ambientali in quanto la diffusione di queste coltivazioni, anche in zone attualmente improduttive, contribuisce alla protezione del suolo dall'erosione e dal dissesto, nonché alla conservazione delle risorse idriche"³⁷ Sviluppare modelli organizzativi e logistici per favorire l'interazione fra i diversi attori economici e sociali che compongono le filiere a fini energetici e industriali.³⁸ Biodiversità: è necessario preservare, valorizzare ed utilizzare con azioni coordinate ed unitarie, in controtendenza con quanto fatto in passato, la grande ricchezza e variabilità biologica che, specialmente nel territorio Mediterraneo, può essere vantaggiosamente utilizzata e valorizzata per la selezione e l'implementazione di caratteri utili per l'adattamento al cambiamento climatico e l'ottimizzazione delle produzioni in un mondo più caldo, arido e inquinato. La valorizzazione della biodiversità del nostro territorio consentirebbe inoltre di rafforzare il settore industriale</i>

³¹ PSIR2014-2020, 1.d pag 65

³² PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 64

³³ PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 63

³⁴ PSIR2014-2020, 1d pag 65

³⁵ PSIR2014-2020, 2d pag 87

³⁶ HORIZON 2020 – Work Programme 2014-2015 – (12) - pag 18

³⁷ PSB2014, pag. 9

³⁸ PSIR2014-2020, 5 pag 112

	<p><i>sementiero nazionale anche promuovendo interazioni pubblico-privato per la valorizzazione delle risorse disponibili e l'innovazione del settore.³⁹</i></p> <p><i>Soluzioni tecnologiche per il miglioramento dei processi di filiera - Le innovazioni disponibili fanno in gran parte riferimento alle cosiddette smart technologies (ICT, open data, georeferenziazione, sensoristica), che consentono di interlacciare e razionalizzare i processi produttivi e le attività logistiche.⁴⁰</i></p>
WP3: Sviluppo della filiera del biogas	<p><i>G. Sviluppo del biometano: "...appare in particolare interessante l'utilizzo del biometano per ottemperare all'obbligo di immissione in consumo di biocarburanti, oggi per gran parte importati";⁴¹</i></p> <p><i>Focus Area Feasr 5.c Interventi per l'approvvigionamento e l'utilizzo di fonti di energia rinnovabili, sottoprodotti, materiali di scarto, residui e altre materie grezze non alimentari ai fini della bioeconomia⁴²</i></p> <p><i>H2020 - In livestock production, manure, litter and other effluents management are a challenge, in particular in industrial production systems. While these effluents can be used as fertiliser, they can also be sources of bio-energy or valuable bio-products.⁴³</i></p>
Task 3.1: Recupero di sottoprodotti agroindustriali per processi di valorizzazione energetica	<p><i>Filiera Biogas-Biometano, 11) Impiego dei sottoprodotti della produzione di biocarburanti liquidi (bioetanolo e biodiesel) per la produzione di biogas: valorizzazione dei sottoprodotti dei biocarburanti liquidi e valutazione della loro efficienza ed economicità per la produzione di biogas.⁴⁴</i></p> <p><i>L'utilizzo di energie alternative e il recupero energetico devono diventare una prassi generalizzata, ma anche la produzione di energia rinnovabile – anche da scarto - in quei contesti aziendali che lo consentono (...aziende zootecniche...) per la produzione di...biogas, ecc.⁴⁵</i></p>
Task 3.2: Produzione d'inoculi per digestori anaerobici	<p><i>Filiera Biogas-Biometano, 10) Aspetti processistici della digestione anaerobica: valutare e verificare l'efficienza energetica e la fattibilità economica a) dell'applicazione della termofilia, b) dello schema processistico a due fasi separate (idrolisi-metanazione), c) della produzione e recupero di idrogeno in digestione anaerobica.⁴⁶</i></p>
Task 3.3: Nuovo prototipo di digestore a due stadi	<p><i>Filiera Biogas-Biometano, 7) Meccanizzazione della filiera biogas: ottimizzazione del processo di raccolta e stoccaggio (insilamento...) delle colture e sottoprodotti avviabili a digestione anaerobica; ottimizzazione delle macchine ed attrezzature utilizzate negli impianti di biogas, in particolare di media-piccola taglia.⁴⁷</i></p>
Task 3.4: Impatto dei biodigestati sulle comunità microbiche dei suoli agrari	<p><i>Filiera Biogas-Biometano, 9) Aspetti microbiologici ed igienico-sanitari: valutare gli aspetti microbiologici ed igienico-sanitari correlati alla digestione anaerobica e all'uso agronomico del digestato, in particolare in aree vocate alla produzione di prodotti alimentari di pregio⁴⁸</i></p>

³⁹ PSIR2014-2020, 2 pag 8

⁴⁰ PSIR2014-2020, 3.b pag 94

⁴¹ PSB2014, pag. 29

⁴² PSB2014, Tab. pag 36

⁴³ HORIZON 2020 – Work Programme 2014-2015 – (12) - pag 18

⁴⁴ PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 65

⁴⁵ PSIR2014-2020, 1d pag 65

⁴⁶ PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 64

⁴⁷ PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 64

⁴⁸ PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 64

	<i>Abbattimento del contenuto d'azoto negli effluenti zootecnici (per esempio sperimentando diverse razioni alimentari), miglioramento delle tecniche di trattamento, delle opportunità di impegno nei bio-digestori e dell'utilizzo del digestato di risulta.⁴⁹</i>
Task 3.5: Valutazione dell'efficacia agronomica dei digestati anaerobici e loro valorizzazione per l'uso agricolo	<i>Filiera Biogas-Biometano, residui digestione anaerobica, 2) Post-trattamenti del digestato: valutare e verificare l'efficienza e la fattibilità economica di vari post-trattamenti dei digestatifinalizzati alla loro valorizzazione agronomica (produzione di fertilizzanti commerciali) e/o alla riduzione del loro contenuto di nutrienti (in particolare azoto, in ottemperanza alla Direttiva Nitrati);⁵⁰</i>
Task 3.6: Utilizzo del pastazzo di agrumi e di altre biomasse residuali tipiche mediterranee come matrici alternative per la produzione di biogas	<i>Filiera Biogas-Biometano, 3) Sistemi colturali ad elevata efficienza ambientale ed energetica: selezionare e valutare colture energetiche da dedicare alla produzione di biogas, particolarmente adatte per le aree agricole marginali.⁵¹</i>
WP4: Bioraffinerie integrate in cicli produttivi agroalimentari	<i>H. Produzione sostenibile di biocarburanti da filiere nazionali Sarebbe opportuno potenziare le opportunità di sviluppo sostenibile di biocarburanti e biocombustibili già in effetti individuate dalla stessa SEN come terza priorità del documento strategico. In tale ottica, vanno privilegiate le produzioni ecosostenibili attraverso l'incentivazione alle tecnologie di nuova generazione tra cui il bioetanolo da biomasse lignocellulosiche La produzione di biometano offre anche importanti opportunità da un punto di vista economico per tutta la filiera della meccanica agraria, così come per quello dell'industria del biogas, della cogenerazione e delle tecnologie per la distribuzione stradale e della motorizzazione a metano. La piena attuazione del sistema di regole e sostegni allo sviluppo della filiera italiana del biometano, al pari di quanto già avviene nei paesi d'Oltralpe, potrà contribuire al mantenimento di una leadership delle tecnologie made in Italy nella componentistica e nei veicoli a gas metano, in cui le aziende italiane già oggi sono tra le più competitive al mondo.⁵² Focus Area Feasr 5.c: Interventi per l'approvvigionamento e l'utilizzo di fonti di energia rinnovabili, sottoprodotti, materiali di scarto, residui e altre materie grezze non alimentari ai fini della bioeconomia⁵³ Occorre implementare la produzione di composti chimici, materiali e/o biocarburanti (ottenuti da biomasse residuali e non alimentari) di vario genere, che siano in grado di valorizzare al massimo, anche in rapporto alle peculiari caratteristiche dei diversi territori rurali, la produzione primaria e di sfruttare al meglio tutte le frazioni organiche residuali altrimenti destinate allo smaltimento.⁵⁴ H2020 - Sustainable and competitive bio-based industries.⁵⁵</i>
Task 4.1: Idrolizzati enzimatici a basso tenore di azoto e di inibitori da biomassa lignocellulosica per la filiera del biodiesel di II generazione	<i>Filiera Biocarburanti-Bioliquidi, 3) Studiare nuovi processi di tipo biochimico per la produzione di prodotti Chimici e Biocarburanti;⁵⁶</i>

⁴⁹ PSIR2014-2020, pag 148

⁵⁰ PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 64

⁵¹ PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 64

⁵³ PSB2014, Tab. pag 37

⁵⁴ HORIZON 2020 - WORK PROGRAMME 2014 – 2015 (9) - pag 70

⁵⁵ HORIZON 2020 - WORK PROGRAMME 2014 – 2015 (9) - pag 70

⁵⁶ PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 66

	<i>Utilizzo sostenibile delle risorse biologiche a fini energetici e industriali - Occorre implementare la produzione di composti chimici, materiali e/o biocarburanti (ottenuti da biomasse residuali e non alimentari) di vario genere, che siano in grado di valorizzare al massimo, anche in rapporto alle peculiari caratteristiche dei diversi territori rurali, la produzione primaria e di sfruttare al meglio tutte le frazioni organiche residuali altrimenti destinate allo smaltimento.⁵⁷</i>
Task 4.2: SCO (Single Cell Oils) da scarti agroalimentari per biodiesel e biolubrificanti	<i>Filiera Biocarburanti-Bioliquidi, 1 • Migliorare la qualità dei prodotti e capacità di alimentazione con prodotti in ingresso di scarsa qualità (es grassi animali e vegetali) attraverso processi avanzati (es Idrogenazione di Oli Vegetali o trattamenti termochimici e catalitici), in grado di produrre non solo combustibili di qualità superiore ma anche Aviation Biofuels.⁵⁸ Filiera Biocarburanti-Bioliquidi, 2) Studiare la valorizzazione innovativa dei coprodotti di processo e residui; 3) Studiare nuovi processi di tipo biochimico per la produzione di prodotti Chimici e Biocarburanti.⁵⁹</i>
Task 4.3: Valutazione di colture oleaginose non alimentari per l'autoproduzione di biocarburanti e/o lubrificanti nei trattori ed in altri utilizzi agricoli	<i>Bioraffinerie e chimica verde, 2 L'opportunità di rotazione di oleaginose o nuove colture a basso input per lo sviluppo di filiere locali di produzione di biocarburanti e/o energia da bioliquidi; produzione di energia rinnovabile a livello di azienda agricola da colture finalizzate all'estrazione di oli vegetali puri (bioliquidi sostenibili).⁶⁰ H2020 - ISIB-5-2014: Renewable oil crops as a source of bio-based products.⁶¹</i>
Task 4.4: Valutazione sperimentale dell'attitudine di oli "bio-based" all'utilizzo sulle macchine agricole per ridurre l'impatto dei lubrificanti sull'ambiente	<i>Filiera biocarburanti-bioliquidi,3) Studiare nuovi processi di tipo biochimico per la produzione di prodotti Chimici e Biocarburanti; 4) Sviluppare nuovi percorsi di processo per rendere maggiormente efficiente i sistemi,⁶² In ambito agricolo e forestale, preso atto dei risultati già conseguiti nel corso degli ultimi anni dalla ricerca internazionale e nazionale nei diversi settori sperimentali coinvolti nelle diverse filiere della chimica verde e della bioenergia, appare di particolare rilievo la necessità di colmare soprattutto il "debito di conoscenza" ancora esistente rispetto alla soluzione dei peculiari problemi dell'agricoltura italiana a partire da: rogrammi di ricerca finalizzati ad ottenere e produrre molecole e biomateriale ad elevato valore aggiunto.⁶³</i>
WP5: Realizzazione impianti sperimentali, dimostrazioni e divulgazione	<i>B. Piano di formazione/informazione a livello nazionale in collaborazione con le Regioni. "La diffusione e l'affermazione delle filiere bioenergetiche non può prescindere da un'azione capillare di informazione e formazione presso le amministrazioni locali e le imprese agricole, con il duplice obiettivo di far conoscere i benefici ambientali e le opportunità di sviluppo offerte da queste filiere e, al tempo stesso, prevenire reazioni negative da parte della pubblica opinione nei confronti di nuove iniziative (sindrome NIMBY)''⁶⁴;</i>

⁵⁷ PSIR2014-2020, 5 pag 111

⁵⁸ PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 66

⁵⁹ PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 66

⁶⁰ PSB2014, Tab. Pag. 13-14

⁶¹ HORIZON 2020 - WORK PROGRAMME 2014 – 2015 (9) - pag 70

⁶² PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 66

⁶³ PSIR2014-2020, pag 113

⁶⁴ PSB2014, pag. 24

	<p><i>“Attivare e coordinare una campagna di informazione e formazione, finalizzata a coinvolgere soggetti pubblici e privati nella progettazione di iniziative utili al corretto sviluppo della bioenergia”⁶⁵</i></p> <p><i>Focus Area Feasr 1.c: Azioni volte ad incoraggiare l’apprendimento lungo tutto l’arco della vita e la formazione professionale nel settore agricolo e forestale</i>⁶⁶</p>
<p>Task 5.1: Dimostrazione e divulgazione sull’uso della biomassa da piantagioni dedicate e da formazioni forestali di prossimità territoriale</p>	<p><i>Filiera lignocellulosica, 8) Incentivazione di piattaforme logistico-commerciali atte allo stoccaggio, essiccazione, trattamento e vendita di biocombustibili legnosi a scala locale. 9) Valorizzazione dell’efficienza e della convenienza nei processi di gassificazione per impianti di piccole dimensioni da utilizzare a scala aziendale o interaziendale.</i>⁶⁷</p> <p><i>Utilizzo sostenibile delle risorse biologiche a fini energetici ed industriali: “...la disponibilità di biomassa della qualità richiesta potrà consentire lo sviluppo di bioraffinerie multi prodotto e inserite sul territorio (utilizzo biomasse locali)... basate su colture tradizionali (amidacee, zuccherine, oleaginose e da fibre), produzioni legnose del settore forestale, residui agroindustriali...”⁶⁸</i></p>
<p>Task 5.2: Produzione dimostrativa di pellet su piccola scala per la valorizzazione della biomassa di diversa origine</p>	<p><i>Filiera lignocellulosica, 1) Sviluppo di una filiera innovativa per la produzione di prodotti per la produzione di energia (pellet, cippato, briquettes e legna da ardere) di elevata qualità in termini di pezzatura, potere calorifico e contenuto in ceneri; qualità in termini di pezzatura, potere calorifico e contenuto in ceneri.</i>⁶⁹</p> <p><i>Studi e ricerche sulla filiera del cippato (ripartizione granulometrica, condizionamento del contenuto idrico, modalità di trasporto e di conferimento all’utente) e su quella del pellet (selezione delle matrici più adatte, utilizzo di bio-additivi, pre-trattamenti di condizionamento dei materiali grezzi, modalità di trasporto e di conferimento all’utente)⁷⁰</i></p>
<p>Task 5.3: Verifica della fattibilità del recupero di biomasse erbacee per impianti dimostrativi a biogas</p>	<p><i>Filiera lignocellulosica, 1) Sviluppare processi di innovazione tecnologica per il recupero dei residui delle colture agricole, arboree ed erbacee; 2) Migliorare l’efficienza nell’utilizzo delle biomasse di scarto e delle colture energetiche; 3) Risolvere le problematiche connesse al recupero dei sottoprodotti agricoli e forestali;⁷¹</i></p> <p><i>Filiera Biogas Biometano, 3) Sistemi colturali ad elevata efficienza ambientale ed energetica: selezionare e valutare colture energetiche da dedicare alla produzione di biogas, particolarmente adatte per le aree agricole marginali; 7) meccanizzazione della filiera biogas: ottimizzazione del processo di raccolta e stoccaggio (insilamento...) delle colture e sottoprodotti avviabili a digestione anaerobica;⁷² migliorare la redditività e la sostenibilità ambientale dell’impiego delle biomasse di vario genere (residuali e/o coltivate) mediante sistemi di raccolta, stoccaggio, pretrattamento e trasformazione innovativa che favoriscono la valorizzazione sequenziale delle risorse biologiche (“cascading”);⁷³</i></p>

⁶⁵ PSB2014, pag. 25

⁶⁶ PSB2014, Tab. pag 35

⁶⁷ PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 63

⁶⁸ PSIR2014-2020, 5 pag 11

⁶⁹ PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 63

⁷⁰ PSIR2014-2020, 2a pag 81

⁷¹ PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 63

⁷² PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 64

⁷³ PSIR2014-2020, Area 5 pag 111

	<i>programmi di ricerca finalizzati ad ottenere e produrre molecole e biomateriale ad elevato valore aggiunto anche attraverso la valorizzazione della biodiversità esistente;</i> ⁷⁴ <i>WASTE-7-2015: Ensuring sustainable use of agricultural waste, co-products and by-products.</i> ⁷⁵
Task 5.4: Sisteam innovativo per la valorizzazione agricola del digestato	<i>Filiera del Biogas e del Biometano, punti di forza “Riduzione de i costi di produzione dei seminativi attraverso l’impiego del digestato in sostituzione dei fertilizzanti di sintesi”</i> ⁷⁶ <i>Filiera Biogas-Biometano, 2) Post-trattamenti del digestato: valutare e verificare l’efficienza e la fattibilità economica di vari post-trattamenti dei digestati finalizzati alla loro valorizzazione agronomica.</i> ⁷⁷ <i>Analisi del potere fertilizzante e ammendante delle varie tipologie di digestato ottenibili, della fattibilità economica e del costo ambientale di vari post-trattamenti.</i> ⁷⁸
Task 5.5: Innovazione, dimostrazione e divulgazione della qualità del pellet	<i>Filiera lignocellulosica, 1) Sviluppo di una filiera innovativa per la produzione di prodotti per la produzione di energia (pellet, cippato, briquettes e legna da ardere) di elevata qualità in termini di pezzatura, potere calorifico e contenuto in ceneri; qualità in termini di pezzatura, potere calorifico e contenuto in ceneri.</i> ⁷⁹ <i>Studi e ricerche sulla filiera del cippato (ripartizione granulometrica, condizionamento del contenuto idrico, modalità di trasporto e di conferimento all’utente) e su quella del pellet (selezione delle matrici più adatte, utilizzo di bio-additivi, pre-trattamenti di condizionamento dei materiali grezzi, modalità di trasporto e di conferimento all’utente)</i> ⁸⁰ <i>Soluzioni tecnologiche per il miglioramento degli impianti e delle strutture aziendali.</i> ⁸¹
Task 5.6: Centro dimostrativo CREA-ING: Filiera energetica biomasse biogas/biometano: Utilizzo della biomassa e qualità delle emissioni dei sistemi di combustione nell’utilizzo del biogas/biometano, syngas e della biomassa	<i>Filiera Biogas-Biometano, 8) Qualità delle emissioni gassose dei cogeneratori: verifica delle caratteristiche delle emissioni dei cogeneratori a biogas/biometano dell’efficienza delle tecniche di abbattimento utilizzate, in relazione alla qualità del biogas e alla durata dei catalizzatori.</i> ⁸² <i>Messa a punto di processi di trasformazione energetica delle biomasse in microimpianti a scala aziendale (pirolisi e gassificazione) e di tecniche per la diffusione del biometano.</i> ⁸³
Task 5.7: Sistemi dimostrativi per la produzione di biogas da prodotti derivati contaminati da micotossine	<i>Conservazione, conservabilità e condizionamento delle produzioni (riduzione degli sprechi, conservanti naturali ecc.).</i> ⁸⁴
Task 5.8: Centro dimostrativo per la produzione aziendale di biogas e biometano e l’utilizzo in motorizzazioni sperimentali (gruppi elettrogeni, trattrici)	<i>Filiera Biogas-Biometano, 7) Meccanizzazione della filiera biogas: ottimizzazione delle macchine ed attrezzature utilizzate negli impianti di biogas.</i> ⁸⁵
Task 5.9: Organizzazione e archiviazione risultati trasferibili. Formazione, trasferimento partecipato delle conoscenze. Focus group	<i>Filiera Biogas-Biometano, 5) Normazione tecnica ed incentivazione del biogas: ricerca ed analisi a supporto delle attività di normazione per l’identificazione e la valutazione</i>

⁷⁴ PSIR2014-2020, Area 5 pag 113

⁷⁵ HORIZON 2020 – Work Programme 2014-2015 – (12) - pag 18

⁷⁶ PSB2014, pag 12

⁷⁷ PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 64

⁷⁸ PSIR2014-2020, 2a pag 80

⁷⁹ PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 63

⁸⁰ PSIR2014-2020, 2a pag 81

⁸¹ PSIR2014-2020, 1d pag 64

⁸² PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 64

⁸³ PSIR2014-2020, 2a pag 81

⁸⁴ PSIR2014-2020, 1f pag 69

⁸⁵ PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 64

*degli scenari di potenziale del biogas, in relazione alle politiche agricole della sicurezza energetica nazionale.⁸⁶
Sviluppo e riorganizzazione del sistema della conoscenza per il settore agricolo, alimentare e forestale – Linee di attività -
Promozione del trasferimento dell'innovazione mediante servizi di supporto, formazione e consulenza alle imprese agricole, alimentari e forestali;⁸⁷*

⁸⁶ PSB2014, Appendice 5, Priorità della ricerca divise per tecnologie, pag 64

⁸⁷ PSIR2014-2020, 6 pag 12

2.5 Stato dell'arte generale sull'argomento del progetto (sintesi)

Il progetto si suddivide in a 5 principali macro-aree ognuna correlata ad un WP (escluso il WP0 del coordinamento).

Il WP1 ha l'obiettivo comune a uno di quello principali del programma di finanziamento dell'Unione Europea "Horizon 2020" e cioè l'efficiamento energetico. L'Unione Europea, infatti, si è presa l'impegno di coprire, entro il 2030, almeno il 27% dei consumi totali finali di energia con energia verde. Il ruolo dell'efficienza energetica dovrebbe garantire, secondo le analisi di impatto effettuate dalla Commissione, consumi energetici inferiori fino al 15% rispetto a quelli del 2010. L'efficienza produttiva, la riduzione dei consumi ed il risparmio di gas serra, diventano quindi obiettivi prioritari del presente progetto, anche in previsione delle azioni di indirizzo dei prossimi regimi di incentivazione tesi ad individuare azioni di efficienza energetica (energy seeker) e a mettere a punto strumenti per il calcolo dei risparmi di tali gas serra nelle principali filiere produttive.

Attualmente, la maggior parte dell'energia dell'Unione Europea è ottenuta da risorse non rinnovabili, come il carbone, il petrolio e il gas naturale (combustibili fossili). Secondo una ricerca condotta dall'Istituto Internazionale di Analisi dei Sistemi Applicati, le risorse petrolifere si stanno esaurendo e, nello scenario peggiore, durerebbero solo altri 70 anni. L'uso di energia da combustibili fossili ha effetti negativi a lungo termine sulla salute umana e l'ambiente (emissioni di gas serra, inquinamento atmosferico) (Dincer 2000). Questi fattori hanno dato nuovo impulso allo sviluppo di energie e prodotti (biomateriali) da risorse rinnovabili come le biomasse.

Con il termine 'biomassa' si intende qualsiasi tipo di materiale biologico rinnovabile (residui vegetali, rifiuti alimentari, deiezioni animali ed altri rifiuti organici) (European Biomass Association 2009) che possa essere convertito in: energia, biocarburanti (etanolo, metanolo e biodiesel), biogas, biomateriali e prodotti biochimici (vernici, detergenti, adesivi industriali, bioplastiche, ecc) attraverso processi biologici, chimici, termici o meccanici.

La biomassa rappresenta attualmente circa i 2/3 delle fonti di energie rinnovabili in Europa: essa è destinata a svolgere un ruolo fondamentale nel raggiungimento dell'obiettivo del 20% del consumo finale di energia fornito da fonti rinnovabili entro il 2020 (CE, 2009). Si tratta di un obiettivo molto ambizioso se si pensa che la quota attuale europea è solo dell'8,5%.

In questo senso l'Italia, soprattutto grazie alla produzione idroelettrica, sta meglio: nel 2013 il consumo totale italiani di energia elettrica è stato di 330.043 GWh, di cui 42.138 importati. In quell'anno vennero prodotti in Italia 287.905 GWh, di cui 175.897 di origine termoelettrica e 112.008 da fonti rinnovabili (33,9 % del consumo). Della produzione da fonti rinnovabili, 52.773 GWh era idroelettrica (16,0 % dei consumi); 5.659 geotermici (1,7 %); 14.897 eolici (4,5 %); 21.589 fotovoltaici (6,5 %); 17.090 da biomasse (5,2 % dei consumi totali) (www.terna.it). Secondo uno studio dell'Agenzia Europea dell'Ambiente, l'uso potenziale di residui agricoli nel settore bioenergie è largamente sottoutilizzato e si prevede che abbia un alto tasso di crescita nel prossimo futuro. Incrementare la produzione di biogas aprirebbe dunque nuove aree di applicazione per il riciclo di sottoprodotti.

Con l'aumento delle attività a base biologica in tutto il mondo, si è affermato un nuovo concetto indicato come bio-raffinazione.

Secondo la definizione adottata dall'Agenzia Internazionale dell'Energia (Bioenergy IEA, 2008) con questo termine si intende la trasformazione sostenibile di biomasse in uno spettro di prodotti per il mercato ed energia.

Le Bioraffinerie possono essere suddivise principalmente in:

- *energy-driven* (obiettivo principale: produzione di biocarburanti/energia);
- *product-driven* (obiettivo principale: produzione di alimenti/mangimi/chimica/materiali).

In questo sistema di classificazione si è differenziato tra pre-trattamenti meccanici termochimici e chimici (estrazione, frazionamento, separazione), enzimatici, e di fermentazione microbica (sia aerobica che anaerobica). Una bioraffineria efficiente contribuirà in modo significativo, inoltre, allo

sviluppo sostenibile delle zone rurali ed offrirà agli agricoltori nuove possibilità di integrazione del reddito grazie al carattere decentralizzato e dei piani d'investimento regionale (CE, 2009).

Facendo riferimento al WP2, che si occuperà dell'utilizzo di biomasse solide agroforestali e al WP3 di biogas per la produzione di energia, durante gli anni di progetto saranno affrontate le fasi di recupero e valorizzazione dei residui forestali, della gestione del verde urbano, e potenzialità produttiva delle aree marginali, fornendo soluzioni specifiche per tipologia di prodotto e fase operativa. In generale, le politiche comunitarie in materia di risparmio energetico e di riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra si fondano sull'impiego di biomasse agricole.

Le bioenergie, ovvero l'utilizzazione di materie prime rinnovabili ottenute dall'attività agricola, costituiscono un'opportunità di "crescita sostenibile" che richiede una particolare considerazione. Il punto chiave risiede nell'assunzione che l'energia generata dalle biomasse vegetali abbia un bilancio dell'anidride carbonica (CO₂) vicino alla neutralità, poiché la CO₂ emessa in atmosfera con la combustione delle biomasse è la medesima catturata dalle piante con la fotosintesi. In questo modo le emissioni si annullerebbero interrompendo al contempo il rilascio del carbonio di provenienza fossile (Sims et al., 2006). In questo modo si otterrebbe la stabilizzazione della CO₂ atmosferica evitando il raddoppio delle concentrazioni rispetto ai valori preindustriali (Pacala e Socolow, 2004). Spesso, la letteratura prodotta ha evidenziato gli importanti benefici ambientali, economici e sociali di tali specie a seguito della ridotta richiesta di input, un minor impatto ambientale (in particolare su acqua e suolo), la valorizzazione di terreni marginali, il miglioramento dell'equilibrio dei *GreenHouse Gas* (GHG), l'apertura di ulteriori opportunità di reddito per gli agricoltori (Zegada-Lizarazu et al., 2010; Alexopoulou et al., 2011; Valentine et al., 2012). La diffusione delle coltivazioni energetiche ha però determinato una competizione per l'uso della risorsa suolo con le colture alimentari. Gli effetti del cambiamento (diretto o indiretto) dell'impiego dei terreni agricoli (direct and indirect land use changes, dLUC e ILUC) è stato analizzato in particolare per la produzione di biocombustibili di prima generazione da piante alimentari coltivate per scopi energetici (canna da zucchero, palma da olio, colza, mais, frumento) e per specie a destinazione energetica (come miscanto, panico, pioppo, salice, eucalipto) destinate a fornire biomassa lignocellulosica per la produzione di biocombustibili di seconda generazione (Fritsche et al., 2010). Il rischio che la variazione d'uso del suolo possa avere anche aspetti negativi e la mancata riduzione delle emissioni di GHG rende prioritario incrementare e favorire la sostenibilità delle produzioni di bioenergia (Gawel e Ludwig, 2011).

Il panorama delle colture da energia è ormai piuttosto definito (ARSIA, 2005; Zegada-Lizarazu et al., 2010; Pari, 2011; Di Candilo e Facciotto, 2012) così come risulta nota la relazione tra biomassa prodotta e sua possibile utilizzazione. Seguendo schemi largamente utilizzati è possibile distinguere le colture dedicate in funzione della destinazione del prodotto (Di Candilo e Facciotto, 2012):

- colture da biomassa lignocellulosica. In questo caso l'interesse è rivolto agli alti quantitativi di sostanza secca da destinare a diversi utilizzi energetici (combustione, gassificazione o pirolisi, produzione di biocarburanti di "seconda generazione");
- colture oleaginose (girasole e colza, altre brassicacee). L'alta componente oleaginosa del seme le rende una matrice idonea per la produzione di olio ad uso industriale o da impiegare per l'ottenimento di biodiesel;
- colture da carboidrati (cereali vernini, mais, barbabietola da zucchero e sorgo zuccherino).

Essendo caratterizzate da un elevato contenuto zuccherino, la loro destinazione preferenziale è la produzione di bioetanolo (per autotrazione) o di biogas (per produzione di elettricità e calore).

La classificazione indicata non ha dei confini rigidi, ma una stessa coltura può avere più destinazioni in funzione delle caratteristiche morfo-fisiologiche proprie della specie oppure per la molteplicità dei prodotti ottenibili (ad es., utilizzazione della canna per produzione di bioetanolo e biogas oppure separazione della biomassa cellulosica dal seme oleaginoso nel cardo). In Tabella 2.5.1 si riporta un elenco delle principali specie idonee alle condizioni pedoclimatiche italiane.

Tabella 2.5.1: Principali colture a destinazione energetica.

Erbacee		Legnose
annuali	perenni	
Mais (<i>Zea mais</i> L.)	Canna comune (<i>Arundo donax</i> L.)	Pioppo (<i>Populus spp.</i>)
Sorgo da fibra (<i>Sorghum bicolor</i> L.)	Miscanto (<i>Miscanthus s. x Giganteus</i>)	Eucalipto (<i>Eucalyptus spp.</i>)
Sorgo zuccherino (<i>Sorghum bicolor</i> ssp. <i>Saccharatum</i>)	Cardo (<i>Cynara cardunculus</i> L.)	Robinia (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.)
Girasole (<i>Heliantus annuus</i> L.)	Panico (<i>Panicum virgatum</i> L.)	Salice (<i>Salix alba</i>)
Colza (<i>Brassica napus</i> L. var. <i>oleifera</i>)		

Le biomasse provenienti dal comparto agricolo possono essere estremamente differenti dal punto di vista chimico-fisico e ciò influenza la scelta del tipo di processo di trasformazione cui possono essere destinate, le caratteristiche tecnologiche dell'impianto e i punti di forza o debolezza della filiera. Il recupero dell'energia chimica presente nei tessuti vegetali e la sua trasformazione in prodotti in grado di liberare il contenuto energetico trasferito necessita di processi di conversione applicabili a biomasse aventi specifiche caratteristiche (Fig. 2.5.1). Tali processi, di tipo termochimico, biologico o fisico, hanno lo scopo di aumentare la densità energetica della biomassa in entrata per l'ottenimento di un prodotto utilizzabile con maggior facilità e flessibilità in successivi dispositivi di conversione energetica (Candolo, 2006).

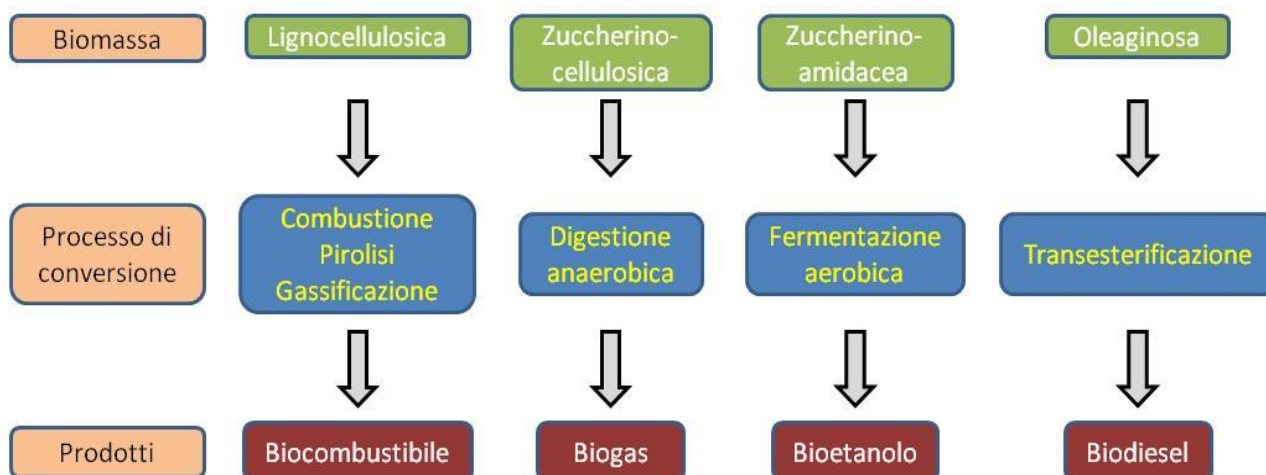


Figura 2.5.1: Principali filiere per la produzione di bioenergia.

L'incentivazione le fonti rinnovabili per la produzione di energia ha richiesto una più precisa classificazione delle biomasse ed un allargamento del *plateau* utilizzabile. Nell'evoluzione normativa più recente alla biomassa "dedicata" (costituita da tutte le colture coltivate a tale scopo) è stata affiancata anche una biomassa "residuale", vincolata ai cicli produttivi di origine quali attività agricole, catene alimentari primarie e secondarie, utilizzazioni forestali, lavorazioni agroindustriali, ecosistema urbano (Tab. 2.5.2). Nel recente D.Lgs. 28/2011 per biomassa si intende "la frazione biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui di origine biologica provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali), dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, comprese la pesca e l'acquacoltura, gli sfalci e le potature provenienti dal verde pubblico e privato, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani". Sempre nello stesso decreto accanto alla definizione generale si distinguono poi:

- bioliquidi i "combustibili liquidi per scopi energetici diversi dal trasporto, compresi l'elettricità, il riscaldamento ed il raffreddamento, prodotti dalla biomassa";
- biocarburanti i "carburanti liquidi o gassosi per i trasporti ricavati dalla biomassa";
- biometano il "gas ottenuto a partire da fonti rinnovabili avente caratteristiche e condizioni di utilizzo corrispondenti a quelle del gas metano e idoneo alla immissione nella rete del gas naturale".

Affinché una matrice sia classificabile come sottoprodotto vanno soddisfatte contemporaneamente quattro condizioni (D.Lgs. 152/2006):

- la sostanza o l'oggetto è originato da un processo di produzione di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale sostanza od oggetto;
- è certo che la sostanza o l'oggetto sarà utilizzato, nel corso dello stesso o di un successivo processo di produzione o di utilizzazione, da parte del produttore o di terzi;
- la sostanza o l'oggetto può essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;
- l'ulteriore utilizzo è legale, ossia la sostanza o l'oggetto soddisfa, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana.

Tabella 2.5.2: Principali tipi di biomassa ricavabile da attività agricola.

Biomasse dedicate	Coltura/sottoprodotto
Colture lignocellulosiche	pioppo, salice, robinia, eucalipto, canna, miscanto, cardo
Colture oleaginose	girasole, colza, soia, cartamo, ricino, cardo, jatropha
Colture da carboidrati	cereali vernini, mais, barbabietola, sorgo zuccherino
Colture erbacee ad alta efficienza fotosintetica	sorgo da fibra, mais, miscanto, canna
Biomasse residuali da attività agricola	
Residui agricoli	paglie di cereali, residui verdi, potature di vite, olivo, frutteti, ecc.
Residui forestali, silvicolture e della lavorazione del legno	frascami, ramaglie, residui legnosi, segatura, ecc.
Residui agroindustriali e dell'industria alimentare	vinacce, sansa, lolla di riso, siero di latte, ecc.
Reflui zootecnici	deiezioni suine e bovine, pollina, ecc.

Benché l'identificazione di cosa sia classificabile come sottoprodotto è soggetto a limitazioni ben precise (D.Lgs. 152/2006), è comunque riscontrabile una volontà anche politica di premiare l'utilizzo dei sottoprodotti per usi energetici anche analizzando l'attuale normativa del settore sugli incentivi (Carratù e Riva, 2013). Sia il D.M. 6 luglio 2012, che incentiva la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili diverse dal fotovoltaico, che il D.Lgs. 28/2011, riguardante l'utilizzo di biocarburanti nel settore dei trasporti, individuano una lista esaustiva di sottoprodotti e prevedono opzioni premiali nel caso in cui si ricorra al loro impiego.

La valorizzazione delle biomasse agricole per fini energetici richiede l'implementazione di principi di sostenibilità da cui possono derivare molteplici vantaggi non solo per l'ambiente, ma anche per il settore economico ed in ultima analisi per la società. Attualmente si parla di molteplici sostenibilità per conciliare, in un'unica sintesi, le forti interconnessioni presenti nel mondo globalizzato, spesso sono in contrasto tra loro: l'aumento di produttività per alimentare dignitosamente tutti gli esseri umani, il rispetto degli ecosistemi e la salvaguardia della bio-diversità, la valorizzazione delle biomasse agricole per fini energetici. La realizzazione contemporanea di tali obiettivi passa attraverso l'adozione di un nuovo modello basato sulla "bioeconomia".

La strategia "Europa 2020", con la quale la Commissione Europea ritiene possa essere raggiunta una crescita allo stesso tempo intelligente (attraverso lo sviluppo delle conoscenze e dell'innovazione), sostenibile (basata su un'economia più verde, più efficiente nella gestione delle risorse e più competitiva) ed inclusiva (volta a promuovere l'occupazione, la coesione sociale e territoriale), auspica lo sviluppo della bioeconomia. Essa parte da un approccio che è possibile individuare in tre punti fondamentali:

1. Prevedere, relativamente alle risorse disponibili, la produzione di risorse biologiche rinnovabili e la loro trasformazione (e quella dei flussi di rifiuti) in prodotti a valore aggiunto quali alimenti, mangimi, bioprodotti e bioenergie;
2. Necessità di un forte potenziale d'innovazione, correlato alla presenza di una vasta gamma di discipline scientifiche e tecnologie industriali capaci di affrontare le principali sfide che caratterizzano il mondo di oggi;
3. La gestione sostenibile delle risorse naturali, cercando di superare le contraddizioni intrinseche agli sfruttamenti di quelle che, come le biomasse, sono in competizione fra di loro (biomasse per scopi *food* e *no-food*, o agro-energetici).

Seguendo i dettami della bioeconomia è pensabile, quindi, utilizzare materiale vegetale da impiegare in processi di produzione innovativi grazie alla biomassa con la finalità di creare nuovi prodotti. Si tratta di utilizzare materie prime vegetali locali, in terreni marginali o in rotazione con le colture alimentari, scarti alimentari e scarti agricoli e trasformarli in materie prime rinnovabili. Le materie prime rinnovabili saranno utilizzate per produrre, grazie all'impiego di nuove tecnologie, una serie di bio-prodotti (dai biolubrificanti alle bioplastiche, ad esempio) con basso impatto ambientale. Questo consentirà lo sviluppo innovativo dell'intera filiera, trainando anche l'impresa della trasformazione, che da sempre ha rivestito un ruolo importante nell'industria italiana. Scopo della ricerca è quello di prevedere per tempo i cambiamenti che verranno richiesti ai mezzi produttivi per rispondere alle nuove esigenze e creare innovazione sostenibile nella fornitura di materie prime, energia e nella protezione dell'ambiente.

Una bioraffineria efficiente contribuirà in modo significativo, inoltre, allo sviluppo sostenibile delle zone rurali ed offrirà agli agricoltori nuove possibilità di integrazione del reddito grazie al carattere decentralizzato e dei piani d'investimento regionale. (CE, 2009).

L'industria del biogas ha avuto notevole espansione in Europa dove la produzione di energia è aumentata del 31% tra il 2010 ed il 2011. La Germania produce quasi il 61% del biogas europeo, sperimentando una rapida crescita (tasso medio annuo superiore al 18% nel periodo 2001-2010). Elettricità e calore, attraverso la cogenerazione o in altro modo, sono le principali forme di recupero di biogas nella UE. Gli impianti di biogas in Europa sono suddivisi in categorie in base al tipo di substrato digerito, la tecnologia applicata o la dimensione. Quelli che utilizzano letame in codigestione con altri scarti agricoli sono classificati come "agricoli".

In Italia le informazioni più recenti indicano che sono attualmente operativi, o in via di completamento, 994 impianti di biogas funzionanti con materiale organico di origine agro-zootecnica (dati censimento CRPA 2013). Circa il 58% opera in codigestione di effluenti zootecnici con colture energetiche (mais, sorgo, triticale, altro) e residui dell'agroindustria. Quasi tutti gli impianti sono localizzati nelle regioni del nord dell'Italia ed utilizzano tecnologia tedesca (Continuous Stirred Tank Reactor - CSTR) producendo sia energia termica che elettrica (cogenerazione). Pochi impianti producono solo calore, che viene utilizzato in azienda. Gli impianti esistenti operano generalmente in condizioni di mesofilia (35-40°C) con tempi di ritenzione mediamente di 30-40 gg.

Il biogas prodotto può essere utilizzato sia grezzo che raffinato nei seguenti processi:

- Produzione di calore e/o vapore (il più basso valore di utilizzo della catena).
- Produzione di energia elettrica con produzione combinata di calore ed elettricità (CHP).
- Trasporto (tecnologia in via di sviluppo).
- Immissione nelle condotte del gas naturale (tecnologia disponibile ma non pienamente regolamentata).
- Celle a combustibile a stato solido (tecnologia in via di sviluppo).

La digestione anaerobica dei reflui zootecnici lascia come residuo il cosiddetto digestato, cioè il substrato di fermentazione oramai esaurito dal punto di vista della produzione di biogas ma ricco in sostanze fertilizzanti per le piante.

La conoscenza della composizione e delle condizioni di utilizzo del digestato prodotto dai diversi substrati di fermentazione agricoli ed agroindustriali, sia come fertilizzante che come ammendante

dei terreni è una condizione essenziale per lo sviluppo del settore. Dopo un percorso non agevole e non sempre lineare, è oggi generalmente accettato l'utilizzo a fini agronomici del digestato proveniente da effluenti zootecnici più o meno arricchiti da biomasse vegetali. È oggi necessario proseguire gli studi sulle caratteristiche e le modalità di impiego di nuovi substrati di fermentazione (frazione organica dei residui solidi urbani, scarti dell'industria agroalimentare, ecc...) anche tenendo presente le implicazioni etiche di una competizione tra colture per uso alimentare e coltivazioni a scopo energetico. In questo senso il presente WP comprende anche substrati non direttamente collegati agli allevamenti ma utili a sostenere, anche ai fini normativi, la differenziazione dei materiali di fermentazione.

Il digestato prodotto dalla digestione anaerobica, non va inteso come rifiuto ma rappresenta una preziosa risorsa la cui valorizzazione è importante ai fini della redditività della filiera agricola. Parte degli attuali problemi ambientali legati alla destinazione impropria dei rifiuti organici, deriva dalla mancata chiusura del ciclo naturale degli elementi con il conseguente impoverimento del suolo in elementi nutritivi e sostanza organica. Va ricordato inoltre che i canoni della gestione sostenibile delle risorse devono necessariamente prevedere il riciclo dei materiali di scarto. L'utilizzazione agronomica dei biodigestati è di particolare interesse per il ritorno al suolo di biomasse e scarti che dal suolo hanno avuto origine primaria e chiudere così il ciclo degli elementi nutritivi.

La stabilizzazione dei reflui zootecnici, inoltre, è particolarmente interessante anche dal punto di vista della tutela delle acque nei confronti della lisciviazione dei nitrati e della conseguente eutrofizzazione. A seguito del recepimento della Direttiva Nitrati, infatti, le quantità di azoto applicabili al suolo sono significativamente ridotte, con il conseguente aggravio dei costi per il trattamento dei reflui a carico dell'impresa zootecnica.

Il biodigestato è un materiale dalle ottime potenzialità fertilizzanti, in grado di fornire un significativo apporto di elementi minerali e potrebbe rappresentare un potenziale ammendante utile al mantenimento della fertilità, anche per l'azione che svolge la sostanza organica nel migliorare le proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo.

La separazione solido/liquido, cui è generalmente sottoposto il liquame digerito (biodigesto), genera una frazione chiarificata che contiene un'alta percentuale di azoto minerale in forma ammoniacale ed una frazione solida con un'elevata percentuale di sostanza organica parzialmente stabilizzata. La frazione chiarificata potrebbe essere usata per fertilizzare le colture, in luogo dei concimi di sintesi, avendo un alto coefficiente d'efficienza. La frazione solida, contenente sostanza organica già parzialmente stabilizzata, potrebbe essere ulteriormente stabilizzata in modo da ottenere un ammendante a composizione certa e costante in cui l'azoto è legato alla componente organica e quindi a lento rilascio. È possibile ottenere una buona costanza della composizione dei materiali in uscita intervenendo sull'effluente in entrata al trattamento e regolando i parametri di processo. Di particolare interesse economico potrebbe essere l'individuazione e la produzione di innovativi formulati fertilizzanti le cui componenti derivino dai biodigestati.

L'innovazione, rispetto allo stato dell'arte, consentirà di perseguire i seguenti obiettivi: utilizzare esclusivamente residui invece che colture energetiche per la produzione di biogas, ciò consente di venire incontro alle direttive della Commissione Europea e della legislazione Italiana.

In effetti, la Commissione Europea ha adottato strategie per condurre l'economia europea verso un più grande e più sostenibile uso di risorse rinnovabili. La strategia della Commissione, come testimonia il suo *Action Plan "Innovating for Sustainable Growth: a Bioeconomy for Europe"*, sottolinea la necessità di una economia più innovativa ed a "bassa emissione", che sappia unire la domanda per un'agricoltura sostenibile e per l'uso di risorse biologiche rinnovabile per scopi industriali, assicurando al contempo protezione della biodiversità e dell'ambiente in generale.

L'Europa, infatti, necessita di una transizione da un'economia basata sull'uso di risorse fossili ad una basata sulle rinnovabili e, in maniera ancora più urgente, degli scarti. La raccomandazione della Commissione è quindi di trasformare gli scarti in risorsa per creare un'economia del "pieno riciclo" in accordo con la milestone che si aspetta per il 2020 "*waste is managed as a resource*".

In linea con queste direttive, in Italia, l'ultimo decreto sulle rinnovabili (D.M. 6 luglio 2012) assegna in particolare maggiori incentivi per l'energia prodotta da biogas derivante da scarti e non da colture energetiche, che possono essere ammesse solo per un massimo del 30%, pena l'esclusione dall'incentivo stesso. Sempre nel WP2 è affrontata la potenzialità produttiva e i servizi ambientali di colture da bioenergia su suoli marginali. A tal proposito, il piano AgroEnergie del MiPAAF del 2014 ha fissato come uno degli obiettivi la stima, a livello nazionale, di produttività di colture da bioenergia su suoli marginali. L'informazione raccolta in decenni di ricerche su colture da bioenergia è cospicua e si presta ad essere utilizzata in studi di simulazione che consentano di fare stime e applicazioni sul territorio. Come prima azione sarà necessario definire e identificare di conseguenza le aree potenzialmente disponibili e il significato di marginalità dai suoli, tradizionalmente intesa in rapporto alla potenzialità produttiva. La potenzialità produttiva di suoli superficiali, poveri, aridi, con forti pendenze mal si presta alla pura produzione di biomassa. Un suolo può però essere "marginale" rispetto alla produttività agricola per l'esistenza di vincoli in funzione di aspetti di vulnerabilità ambientale e/o specifici indirizzi ambientali per l'uso dei suoli. In questi suoli le colture per bioenergie possono fornire servizi di valenza ambientale che si assommano al prodotto-obiettivo, che peraltro può non essere esclusivamente destinato alla produzione di energia come indicato oltre. I servizi possono derivare da colture ad input di acqua e fertilizzante contenuti o nullo, la fito-remediation, il contenimento di erosione, la fissazione di carbonio nel suolo, la possibilità di utilizzare acque non idonee per colture o foraggi. La eventuale attuazione e valenza di questi servizi può essere stimata, così come la potenzialità produttiva di specie alternative, attraverso strumenti di simulazione, anche esplorando la risposta rispetto a scenari climatici di breve termine. Il CREA ha sviluppato la piattaforma software per modellazione BioMA, usata anche dalla Comunità Europea per la stima di produzione agricola attraverso modelli bio-fisici, che ben si presta ad essere adattata allo scopo di questo WP. Peraltro, negli anni l'obiettivo d'uso di colture no-food/no-feed si è allargato dalla produzione di energia ad usi alternativi a processi di chimica-verde, da cui sono ricavati uno o più bio-prodotti. Nel momento in cui si allestisce una infrastruttura software per la simulazione delle colture che negli anni si sono dimostrate migliori per la produzione di bioenergia, possono essere anche simulate colture di specifico interesse per processi di bio-raffineria, contribuendo a fornire alternative colturali per le aree marginali. Pur avendo come obiettivo suoli marginali, lo studio può essere facilmente esteso agli arativi in genere, tenendo conto degli impianti esistenti che comunque determinano, attraverso una offerta economica d'interesse per gli agricoltori, una destinazione di aree potenzialmente destinabili all'area food/feed alla produzione di colture per bioenergie e destinate a processi di bio-raffineria.

Per quanto riguarda la "bioraffineria", che sarà trattata dal WP4, in considerazione dei positivi risultati ottenuti in questi ultimi anni dalle filiere agroenergetiche e di chimica verde, il piano strategico del MiPAAF per l'innovazione e la ricerca nel settore agricolo, alimentare e forestale 2014-2020, presentato nel luglio scorso, tra le esigenze di innovazione ha previsto lo sviluppo di bioraffinerie per la produzione di composti chimici, materiali e/o biocarburanti (PSIR2014-2020, AREA 5). Inoltre, tra le esigenze di ricerca e sperimentazione, ha anche previsto la valorizzazione della biodiversità al fine di ottenere e produrre già nella fase di campo, molecole e biomateriali ad elevato valore aggiunto. A livello comunitario, la Commissione Europea (lead market initiative 2011) aveva già inserito il settore dei bioprodotto e delle energie rinnovabili tra i sei mercati maggiormente innovativi e da promuovere nel prossimo futuro. Questi input sono destinati a generare ulteriore interesse e sviluppo di nuovi sistemi di bioraffineria, settore nel quale il sistema produttivo Italiano vanta già oggi numerose esperienze innovative sul territorio.

In quest'ottica, il WP4 si pone l'obiettivo di studiare, sperimentare e sviluppare alcune soluzioni di processo (smart-technologies) originali ed innovative per la produzione di bio-based e di valutare i prodotti da colture oleaginose non alimentari che le rendono idonee all'autoproduzione aziendale di biocarburanti. Saranno anche prodotti lubrificanti e/o fluidi oleodinamici, utilizzabili in sistemi con

specifiche proprietà tribologiche, alternativi ai lubrificanti tradizionali nei trattori ed in altri utilizzi agricoli.

La valutazione di filiera, in particolare riguardo la biodiversità e i cambiamenti climatici, risulta ampiamente considerata in 5 delle 6 AREE strategiche presentate dal piano MiPAAF 2014-2020 (PSIR2014-2020) e in questo contesto il progetto andrà a valorizzare le implicazioni ambientali che potranno derivare dall'implementazione dei nuovi processi e la valorizzazione dei prodotti proposti, in confronto alle filiere convenzionali per la produzione di energia rinnovabile e bioprodotto.

Infine il WP5 ha come obiettivo generale quello di realizzare impianti sperimentali, che nel corso degli anni del progetto verranno affiancati da azioni dimostrative e divulgative, di diversa origine e funzionalità. In particolare vedrà la realizzazione di: una microfiliera energetica sviluppata su scala territoriale; una filiera di produzione di pellet su scala aziendale; sistemi innovativi per permettere l'utilizzo di biomasse agricole di scarto per l'alimentazione di impianti a biogas e per risolvere le problematiche legate ad un completo riutilizzo agronomico del digestato come importante fonte fertilizzante; sistemi innovativi di dimostrazione e divulgazione sulla qualità del pellet; un centro dimostrativo all'interno del CREA-ING di Monterotondo, che tenga conto del nuovo D.M. sulle Energie rinnovabili (n.28 del 6 luglio 2012 in vigore dal 01/01/2013) che favorisce i piccoli impianti di microgenerazione; sistemi dimostrativi per la produzione di biogas da prodotti derivati contaminati da micotossine; un centro dimostrativo per la produzione aziendale di: biogas e/o biometano, syngas e biochar ed infine di un modello di trasferimento delle conoscenze e dei risultati.

Questi impianti sperimentali verranno creati sulla base di un principio fondamentale e cioè quello della promozione di fonti energetiche rinnovabili. Queste ultime in Italia hanno visto la loro prima incentivazione nel 1992 con una delibera del Comitato interministeriale prezzi denominata Cip6. Tale delibera stabiliva un prezzo fisso di ritiro, superiore a quelli di mercato, per l'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili e ad esse assimilate. L'incentivazione era quindi garantita riconoscendo un *premium price* all'energia prodotta da determinate fonti energetiche. La critica mossa al sistema del Cip6 riguarda gli impianti che ha effettivamente incentivato: l'introduzione nel novero delle fonti ammissibili anche di quelle classificate come "assimilate" ha di fatto concesso risorse finanziarie anche a produzioni non verdi. Nelle fonti "assimilate" sono, infatti, ricompresi i derivati del petrolio e i rifiuti urbani indifferenziati, andando quindi contro alle definizioni di fonte energetica rinnovabili che si ritrovano nella normativa europea. Tale apertura verso fonti non rinnovabili è stata criticata e sanzionata dall'Unione europea e l'Italia si è adeguata ai dettami europei nel 2007. Il Cip6 ha avuto comunque il pregio di avviare il percorso della produzione energetica da rinnovabili e di introdurre il ruolo del produttore indipendente di energia elettrica in un mercato monopolistico. Nel 1999 la produzione elettrica in Italia e da rinnovabili ha compiuto un deciso passo avanti con la liberalizzazione del mercato elettrico e l'introduzione del sistema dei Certificati verdi (Cv), sistema basato su un obbligo posto capo a produttori e importatori di energia da fonte fossile: questi soggetti devono immettere in rete anche una quota di energia prodotta da fonte rinnovabile, in modo proporzionale alla propria presenza sul mercato. L'obbligo è quindi calcolato come percentuale, crescente nel tempo, del consumo di energia elettrica, con provenienza fossile, in Italia. Il produttore da fonte fossile non deve necessariamente dotarsi di impianti a fonti rinnovabili, ma può avvalersi di un produttore terzo di energia verde, che gli cederà i Certificati verdi maturati, a dimostrazione che a livello italiano, anche se non direttamente, l'impegno è stato assolto. Il Cv si configura quindi come un attestato di produzione di energia rinnovabile che può essere scambiato e che il possessore finale può esibire di fronte alle autorità preposte al controllo del sistema.

I Cv non sono quindi un'incentivazione diretta al produttore di energia verde ma un titolo che deve essere scambiato su un apposito mercato o mediante contratti bilaterali, e che nelle contrattazioni acquista un valore. L'energia elettrica rinnovabile prodotta rimane invece nelle disponibilità del

soggetto possessore dell'impianto che la può auto consumare o cedere alla rete. Il sistema dei Cv, basandosi su meccanismi di mercato, vuole quindi raggiungere la massima efficacia ed efficienza finanziaria, gravando il meno possibile sulle casse statali e sui consumatori. Il sistema ha funzionato nei primi anni dalla partenza, con valori di scambio dei Cv che sono stati considerati interessanti dagli operatori del settore, che hanno, infatti, realizzato molteplici impianti, soprattutto di grande taglia. Ne sono rimasti invece penalizzati i piccoli impianti che hanno visto nel rischio della fluttuazione dei prezzi, associato al sistema di mercato e alle difficoltà burocratiche di gestione dei Cv stessi e della vendita dell'energia elettrica, un forte deterrente alla loro realizzazione. Il sistema dei Cv ha iniziato a mostrare i propri limiti negli anni 2006 e 2007, quando il valore dei certificati ha iniziato a scendere, anche in modo considerevole, poiché l'offerta era di molto superiore alla domanda di titoli. Nel 2008, tramite la legge finanziaria e i successivi decreti attuativi, è stata quindi introdotta una prima modifica al sistema dei Cv, le cui maggiori novità possono essere ricercate nell'allungamento del periodo di diritto dell'incentivazione, nell'aumento della quota percentuale dell'obbligo di energia verde immessa in rete, nella differenziazione del rilascio dei Cv per fonti e infine nell'introduzione di una Tariffa fissa, omnicomprensiva (Tf) per gli impianti di minori dimensioni (inferiori a 1MW_e o 200 kW_e per l'eolico). È importante soffermarsi sulla Tf in quanto rappresenta un deciso cambio di strategia nell'incentivazione delle rinnovabili, al fine di far proseguire lo sviluppo degli impianti Fer (Fonti energetiche rinnovabili) anche di piccola taglia. La Tariffa fissa presuppone un valore prefissato e stabile nel tempo che viene riconosciuto a tutta l'energia elettrica immessa in rete. La tariffa riconosciuta comprende quindi al suo interno sia una quota di remunerazione dell'energia sia l'incentivo vero e proprio assegnato alle produzioni rinnovabili. La Tariffa fissa ha il pregio di semplificare la burocrazia legata al suo riconoscimento e di rendere certe le entrate di cassa, a meno di impreviste fermate d'impianto, lungo tutto l'orizzonte temporale di incentivazione. Tale novità ha permesso uno sviluppo importante degli impianti di minori dimensioni e tra questi un ruolo preminente lo hanno avuto gli impianti a biogas e biomasse che, per le caratteristiche tecnologiche proprie, preferiscono taglie ridotte. La tariffa per gli impianti biogas e biomasse di potenza inferiore a 1MW di potenza, stabilita in 280 €/MWh_e (0,28€/kWh_e) prodotto e immesso in rete, senza distinzione sulla provenienza della biomassa, ha reso decisamente remunerativi questi investimenti, soprattutto per quei soggetti che hanno la possibilità di approvvigionarsi di materia prima in modo autonomo o con contratti di conferimento pluriennali. I dati estrapolati dal "Rapporto statistico del 2010" del GSE alla voce "Impianti Alimentati da Fonti Rinnovabili, IAFR" confermano la bontà della scelta di tale meccanismo di incentivazione, Tf. Basti pensare che fino a tutto il 2008 gli impianti biogas e biomasse, erano circa 150 a cui corrispondeva una potenza installata pari a 54.8 MW. Alla fine del 2011 gli impianti installati sono quasi raddoppiati in solo 3 anni (391) per una potenza immessa in rete pari a 241.6 MW (Fonte CRPA). È quindi possibile concludere che il sistema dei Cv ha dato un primo impulso alla nascita di un vero settore delle rinnovabili in Italia. Tale sistema non ha avuto un grande impatto sul settore del biogas, malgrado le potenzialità presenti sul territorio italiano, e per avere un vero incremento del numero di impianti è stato necessario il superamento del meccanismo di mercato, almeno per quelli di minore dimensione, a favore di una Tariffa fissa, maggiormente tutelante dei piccoli investitori e imprenditori.

Quanto presentato nel precedente paragrafo riguarda il regime incentivante vigente per gli impianti che entrati in esercizio entro la fine del 2012. Dal 2013 in avanti il sistema di incentivazione viene profondamente modificato, con l'eliminazione definitiva del Certificato verde e l'introduzione di diverse forme di incentivazione sulla base della taglia dell'impianto Fer. Il riassetto delle incentivazioni è partito con il Dlgs 28/2011, che ha tracciato le linee guida del nuovo sistema, e dal decreto del Ministero dello sviluppo economico del 6 luglio 2012, che ha attuato la strategia del precedente atto normativo. L'uscita del decreto del 6 luglio 2012, che ha avuto una lunga gestazione, è stata preceduta da alcuni documenti del Ministero dello sviluppo economico che illustrano i motivi della modifica al sistema di incentivazione. Le motivazioni possono essere in parte ritrovate anche nei visti e considerati in apertura del decreto stesso, che vertono

sostanzialmente sui costi di sostegno alle energie rinnovabili e gli obiettivi, europei e nazionali, di copertura dei fabbisogni energetici mediante fonti non fossili. Su questo secondo punto in particolare si fa riferimento al rapido incremento della produzione elettrica da rinnovabili, dovuto in larga parte al solare fotovoltaico, che ha permesso di raggiungere quasi i 100 TWh_e/anno previsti al 2020 dal Piano d'azione nazionale (Pan) sulle energie rinnovabili. Al 2011, infatti, la produzione elettrica da rinnovabile è di 94 TWh_e. Anche la copertura da rinnovabili del fabbisogno complessivo italiano di energia è in aumento, attestandosi oltre il 10% nel 2010 a fronte di un obiettivo al 2020 del 17%. È da ricordare che in quest'ultimo dato sono ricompresi anche i consumi di energia per scopi termici e di trasporto, settori in cui l'Italia deve ancora raggiungere significativi miglioramenti.

La motivazione economica invece riguarda l'ammontare annuale di spesa pubblica, finanziata mediante contributi presenti in bolletta elettrica, a favore delle energie rinnovabili. In un'ottica di efficienza, efficacia, armonizzazione con strumenti di analoga finalità, nonché di riduzione dei costi a carico dei consumatori, il governo ha deciso di limitare a 5,8 miliardi di euro l'anno il costo indicativo cumulato degli incentivi alle Fer elettriche, fotovoltaico escluso. Congiuntamente a queste motivazioni il Ministero confronta gli incentivi alle fonti rinnovabili in Italia con gli analoghi strumenti europei, evidenziando come quelli nazionali siano decisamente più elevati in valore riconosciuto rispetto a quelli operativi in altri stati esteri. È ora opportuno tracciare lo schema del nuovo sistema d'incentivazione per poi focalizzarsi sulle novità riguardanti gli impianti biogas e biomasse. Le potenze incentivate sono contingentate, al fine del controllo dei costi complessivi del sistema. Questo contingentamento viene effettuato per il tramite di registri, a iscrizione obbligatoria, e di aste, per gli impianti di maggiori dimensioni. Vi sono delle esclusioni per impianti di piccola taglia, in particolare hanno accesso diretto alle incentivazione:

- gli impianti eolici e alimentati dalla forza del mare di potenza inferiore a 60 kWe;
- gli impianti idroelettrici di potenza di concessione fino a 50 kWe, che può essere elevata a 250 kWe per particolari risorse idriche, come le acque di scarico o canali esistenti;
- gli impianti a biomassa fino a 200 kWe di potenza che non utilizzano rifiuti di alcun genere;
- gli impianti a biogas fino a 100 kWe di potenza.

Queste esclusioni sono mantenute anche per i rifacimenti totali o parziali nel caso non superino queste soglie di potenza dopo l'intervento. Esistono altre fattispecie escluse dall'adempimento del registro, quali gli impianti derivanti dalla riconversione del settore bieticolo-saccarifero e quelli geotermoelettrici innovativi di potenza inferiore a 5 MW. Viene invece concesso un limite di potenza doppio agli impianti realizzati da pubbliche amministrazioni con procedura di evidenza pubblica. L'accesso alle tariffe per impianti che superano le soglie di potenza appena riportate è subordinato all'iscrizione a un apposito registro, che è sostanzialmente una lista di impianti che potranno o non potranno accedere gli incentivi. Per ogni fonte energetica rinnovabile è previsto un contingente di potenza per il periodo 2013-2015 che non può essere complessivamente superato, secondo quanto mostrato nella Tabella 2.5.3.

Tabella 2.5.3: Limite di potenza per fonte rinnovabile 2013-2015.

	2013	2014	2015
	MW	MW	MW
Eolico onshore	60	60	60
Eolico offshore	0	0	0
Idroelettrico	70	70	70
Geotermoelettrico	35	35	35
Biomasse di cui all'articolo 8, comma 4, lettere a) e b) e d), biogas, gas di depurazione e gas di discarica e bioliquidi sostenibili	170	160	160
Biomasse di cui all'articolo 8, comma 4, lettere c)	30	0	0
Oceanica (comprese maree e moto ondoso)	3	0	0

Gli impianti oggetto di rifacimento totale o parziale seguono un proprio registro, con continenti di potenza assegnati in via esclusiva, come mostrato nella Tabella 2.5.4.

Tabella 2.5.4: Contingenti di potenza assegnati in via esclusiva a impianti oggetto di ifacimento totale o parziale.

	2013	2014	2015
	MW	MW	MW
Eolico onshore	150	150	150
Eolico offshore	0	0	0
Idroelettrico	300	300	300
Geotermoelettrico	40	40	40
Biomasse di cui all'articolo 8, comma 4, lettere a) e b) e d), biogas, gas di depurazione e gas di scarica e bioliquidi sostenibili	65	65	65
Biomasse di cui all'articolo 8, comma 4, lettere c)	70	70	70

Per poter accedere allo specifico registro dei rifacimenti un impianto deve soddisfare questi requisiti:

- essere in esercizio da un periodo pari almeno ai due terzi della vita utile convenzionale dell'impianto stabilita per ogni specifica Fer, come di seguito spiegato;
- non beneficiare, alla data di avvio della procedura, di incentivi sulla produzione energetica attribuiti ai sensi di norme statali.

L'iscrizione al registro avviene in finestre temporali determinate dall'autorità, della durata di 60 giorni. Gli esclusi da un registro dovranno iscriversi a quello successivo. Dalla seconda apertura del registro, ai contingenti disponibili saranno sottratte le quote di potenza utilizzate dagli impianti esclusi dal registro stesso. I registri si sono aperti nel settembre 2012 e negli anni successivi si apriranno entro il mese di aprile. Le graduatorie sono formate secondo criteri gerarchici di preferenza differenziati per ogni tipologia di fonte e solo come ultimo discrimine viene considerata l'esclusione da precedenti registri la minor potenza, la data di autorizzazione e di iscrizione al registro. Per esempio per biogas e biomasse i criteri di preferenza sono i seguenti:

- impianti fino a 600 kW a servizio di aziende o associate, alimentati mediante prodotti di origine biologica o sottoprodotti;
- impianti alimentati a sottoprodotti;
- impianti alimentati a rifiuti operanti per una corretta gestione del ciclo dei rifiuti, come da pianificazione regionale.

Requisito fondamentale per l'iscrizione al registro è che il soggetto proponente abbia ottenuto l'autorizzazione o il titolo concessorio per la realizzazione dell'impianto, nonché abbia già accettato il preventivo di connessione alla rete elettrica. Queste condizioni impongono che il progetto non sia più solo "sulla carta" ma che il proponente abbia un reale interesse alla sua realizzazione in quanto l'ottenimento dell'autorizzazione e l'accettazione del preventivo di connessione elettrica comporta un impegno economico e di tempo non trascurabile. Inoltre, l'impianto, presente in posizione utile nei registri per l'accesso alle tariffe, deve entrare in esercizio entro un periodo di tempo determinato a partire dalla notifica di esito positivo di procedura, sulla base della tipologia di fonte rinnovabile utilizzata (tabella art. 11, comma 1 del D.M.). È concessa una proroga di 12 mesi con conseguente decurtazione della tariffa incentivante di riferimento. Se viene superato anche questo termine si perde il diritto all'incentivazione e si deve nuovamente iscrivere l'impianto a un nuovo successivo registro e la tariffa spettante sarà ridotta del 15%. Nel caso in cui l'impianto che si intende realizzare abbia una potenza superiore ai 5 MW – 10 MW per la fonte idroelettrica e 20 MW per la fonte geotermoelettrica - l'accesso alle tariffe è demandato a una procedura basata sul sistema delle aste al ribasso. Anche per gli impianti ricadenti in questa fascia di potenza è previsto un contingentamento, per il 2013-2015, delle potenze incentivabili. Le quote di potenza eccedenti l'assegnazione del 2013 saranno rimesse all'asta negli anni successivi. Il sistema ad asta previsto è del tipo al ribasso, partendo da un valore della tariffa base pari al valore della stessa alla data di

entrata in esercizio dell'impianto. Il ribasso deve essere di almeno il 2% e viene comunque riconosciuta una tariffa minima pari alla tariffa decurtata del 30% del valore. La partecipazione alle aste è concessa a quei soggetti che abbiano ottenuto il titolo autorizzativo, concessorio o di compatibilità ambientale (eolico offshore inferiore a 20 MW) nonché accettato il preventivo di connessione alla rete elettrica. Nuovamente emerge come il legislatore voglia favorire progetti di impianti che abbiano già avviato le prime attività necessarie alla realizzazione degli stessi. Altro requisito importante riguarda la capacità economica e finanziaria dei soggetti proponenti, che devono presentare una dichiarazione di un istituto bancario o di un intermediario finanziario che la attesti nonché avere una capitalizzazione societaria pari al 10% del valore dell'impianto, calcolato sulla base dei costi fissati. Infine, la partecipazione alle aste è subordinata al versamento di una cauzione provvisoria, che sarà tramutata in definitiva in caso di esito positivo della procedura d'asta. La formazione delle graduatorie d'asta si basa sulla maggior riduzione percentuale proposta e, a parità di decremento, subentrano altri criteri quali la priorità di data di entrata in esercizio o di titolo autorizzativo, nonché le caratteristiche tecniche o l'utilità pubblica dell'impianto. Anche per questi impianti esiste un limite massimo di tempo di realizzazione, dalla formazione delle graduatorie, con una proroga possibile di 24 mesi che comporta però una riduzione percentuale delle tariffe per ogni mese di ritardo.

Presentate le modalità di accesso agli incentivi, è possibile presentare le tariffe associate alle diverse tipologie di fonti e alle taglie di potenza degli impianti. Le tariffe riconosciute sono sostanzialmente di due tipologie, una omnicomprensiva (*feed in tariff*) e una premium sulla produzione rinnovabile (*feed in premium*). Gli impianti di minori dimensioni, quelli inferiori al megawatt di potenza, ricevono una tariffa fissa omnicomprensiva calcolata sulla base dell'energia elettrica prodotta e immessa in rete. Gli impianti di questa taglia devono quindi prediligere la cessione alla rete piuttosto che l'autoconsumo per avere il massimo vantaggio economico dagli incentivi. Gli impianti fino al megawatt, in alternativa alla tariffa fissa, possono decidere per l'incentivo, come di seguito presentato per gli impianti di maggiori dimensioni.

Gli impianti che devono iscriversi ai registri o che partecipano alle aste hanno invece una diversa forma di incentivazione basata su un premio per la produzione di energia da fonte rinnovabile. Infatti, assegnata una tariffa incentivante sulla base della tipologia dell'impianto, il reale incentivo risulta essere la differenza tra il valore della tariffa spettante e il valore del prezzo zonale orario dell'energia elettrica. Ne consegue che le tariffe che sono indicate nel decreto, di seguito riportate, sono i ricavi da produzione di energia elettrica che il legislatore intende assegnare a questi impianti, composti appunto da una duplice voce, incentivo e generazione elettrica. L'energia prodotta rimane nella disponibilità del gestore che può autoconsumarla o venderla sul mercato, in quanto non è previsto il meccanismo del ritiro dedicato a opera del GSE. Nel primo caso avrà probabilmente un aumento dei ricavi, derivanti da mancati costi, in quanto il prezzo di acquisto dell'energia è generalmente più elevato del prezzo di vendita, cioè quello zonale di riferimento. Le tariffe sono riconosciute per un periodo differenziato per ogni tipologia di fonte, secondo la vita utile convenzionale stimata all'interno del decreto stesso.

Le tariffe riportate sono riferite agli impianti che entrano in esercizio nel 2013, mentre per gli anni successivi si deve applicare una riduzione del 2 % annuo. Sono previsti anche dei premi aggiuntivi ma, essendo principalmente riferiti a impianti a biomasse e biogas, saranno trattati nel paragrafo successivo. Il decreto 6 luglio 2012 contiene due importanti norme per la gestione del transitorio dal vecchio sistema di incentivazione a quello che sarà operativo nel 2012. La prima riguarda gli impianti in corso di realizzazione che possono godere di una proroga di alcuni mesi del sistema di incentivazione stabilito con la Finanziaria 2008 e successive modificazioni. La seconda concerne invece il cambio di incentivazione, dal 2016, per gli impianti che attualmente percepiscono Cv. All'articolo 30 del decreto 6 luglio 2012 si trova un'importante facilitazione per quegli impianti che hanno ottenuto le necessarie autorizzazioni antecedentemente la data di entrata in vigore del decreto stesso. A questi impianti è concessa una proroga di quattro mesi (sei mesi per gli impianti alimentati a rifiuti) per l'entrata in esercizio rispetto al 31 dicembre 2012. Ogni mese di ritardo comporta

comunque una decurtazione dell'incentivo previsto del 3%, sia per gli impianti che richiedono la tariffa fissa sia per quelli assegnatari di Certificati verdi. A questo proposito la riduzione percentuale sarà applicata rispettivamente al valore della Tf spettante e al coefficiente moltiplicativo, differenziato per fonte rinnovabile, stabilito nelle tabelle della legge n. 244 del 2007 (Finanziaria2008). Come già anticipato, la fine del sistema dei Certificati verdi è fissata nel 2015. A quella data saranno tuttavia presenti impianti che non avranno ancora esaurito il periodo di incentivazione spettante, 12 o 15 anni sulla base dell'entrata in esercizio prima o dopo l'inizio del 2008. Per questi impianti il sistema si trasforma in una tariffa fissa di *premium price*, come di fatto sta già funzionando a causa dell'esubero di offerta di Cv rispetto alla domanda. La tariffa è calcolata con la seguente formula:

$$I = k \times (180 - Re) \times 0,78$$

dove:

I = incentivo riconosciuto;

k = coefficiente moltiplicativo pari a 1 per gli impianti entrati in esercizio prima del 10 gennaio 2008 e secondo tabella contenuta nella Finanziaria2008 per gli impianti entrati in esercizio successivamente a tale data;

Re = è il prezzo di cessione dell'energia elettrica riferito all'anno precedente a quello di riferimento e stabilito dall'Autorità per l'energia elettrica e il gas. Per gli impianti a biomasse entrati in esercizio entro il 2012 questo prezzo sembra fissato a quello registrato nel 2012 stesso.

Il Cv si svincola quindi dalle dinamiche del proprio mercato dedicato e rimane ancorato solo a quello del mercato elettrico. La nuova tariffa premiale è riconosciuta per il periodo residuale di incentivazione di cui ha diritto l'impianto a fine 2015.

Gli impianti che utilizzano biomatrici per il loro funzionamento presentano delle peculiarità nell'incentivazione che rispecchiano anche la maggior complessità di realizzazione e gestione associate a questa fonte. È opportuno seguire la distinzione del legislatore, che classifica biomasse quelle biomatrici con un basso contenuto di umidità e che subiscono quindi processi termici o termochimici di utilizzo, e biogas gli impianti che utilizzano matrici biodegradabili con un alto contenuto di umidità, per le quali si deve eseguire un processo di trasformazione intermedio di produzione di biogas. Già con la revisione degli incentivi eseguita nel 2008, questa tipologia di impianti fu distinta in modo netto dalle altre fonti, soprattutto quelle maggiormente affermate, al fine di favorirne lo sviluppo, fino ad allora abbastanza limitato. La tariffa di 280 €/MWh e il coefficiente moltiplicativo dei Cv rilasciati, posto a 1,8 (per le biometriche provenienti da filiera corta, altrimenti posto a 1,3), sono stati dei buoni strumenti per favorire l'incremento sul territorio di questi impianti, come infatti si è verificato. Nel decreto 6 luglio 2012, a biogas e biomasse sono nuovamente riservate delle regole di incentivazione particolareggiate, contenute principalmente nell'art. 8 del testo normativo. Tali norme specifiche devono essere viste come aggiuntive rispetto a quelle precedentemente esposte. La tipologia di matrice utilizzata in alimento è di forte importanza per la determinazione dell'incentivo. Vengono, infatti, definite quattro tipologie di possibili prodotti utilizzabili:

- prodotti di origine biologica, cioè biometriche vegetali che vengono, in pratica, appositamente coltivate o raccolte per alimentare gli impianti;
- sottoprodotti di origine biologica, cioè quelle matrici biodegradabili che si generano da processi produttivi che non hanno come fine ultimo la loro produzione;. Un esempio sono il siero di latte, le rimanenze della macellazione e le deiezioni animali;
- rifiuti parzialmente biodegradabili, definiti dall'allegato 2 al decreto;
- rifiuti non provenienti da raccolta differenziata e diversi da quelli ricompresi al punto precedente.

Prima di procedere nella descrizione delle singole matrici è importante notare come la distinzione sia fondamentale per l'assegnazione e il mantenimento dell'incentivo. Infatti, a queste quattro classi di prodotti sono assegnate tariffe differenziate, con valori anche molto distanti fra loro. Inoltre, la ricetta di alimento dell'impianto deve essere da subito indicata nella relativa autorizzazione in

quanto è sulla base di quanto riportato in questo documento che il GSE assegnerà la tariffa. In particolare se vengono indicate differenti tipologie di biomatrici in alimento la tariffa assegnata è quella a minor valore tra quelle possibili. Se invece non vi è alcuna indicazione, la tariffa assegnata è quella minore fra tutte le tipologie di matrici, presenti nel decreto, che possono essere utilizzate nell'impianto considerato. Esiste comunque una facilitazione per gli impianti inferiori al megawatt di potenza, che possono utilizzare sottoprodotti congiuntamente a prodotti vegetali, con un limite del 30% in peso di questi ultimi. Tornando invece alle tipologie di prodotti utilizzabili, la prima fattispecie, i prodotti biologici, è forse quella maggiormente conosciuta e utilizzata in quanto il grande sviluppo dei bioimpianti fino a ora visto è stato supportato da queste matrici. Rientrano, infatti, in questa tipologia il mais, il sorgo, le biomasse forestali. Diverso invece il caso dei sottoprodotti. È opportuno segnalare che la nozione di sottoprodotto è presente nel Dlgs 152/2006, il Testo unico ambientale, e l'utilizzo negli impianti energetici, quindi, non si svincola dalle norme ambientali della legislazione nazionale. Il decreto 6 luglio 2012 prova inoltre a fare un elenco dei possibili sottoprodotti utilizzabili suddividendoli in categorie (tabella 1A, allegato 1). Fra queste, di interesse le categorie dei sottoprodotti di origine animale che devono però rispettare per il loro utilizzo, anche le prescrizioni tecniche e gestionali contenute nei regolamenti comunitari 1069/2009 e 142/2011 sulle norme sanitarie. Vi sono inoltre i prodotti di origine vegetale e quelli dell'agroindustria e dell'industria del legno. Alcuni di questi sottoprodotti sono già abitualmente utilizzati negli impianti, come per esempio le deiezioni animali o alcuni scarti delle produzioni alimentari. È comunque opportuno prestare attenzione alle nuove norme contenute nel decreto incentivi per il loro corretto utilizzo ai fini dell'incentivazione stessa nonché le altre norme comunitarie e nazionali di carattere ambientale e sanitario. La terza categoria di prodotti utilizzabili sono i rifiuti parzialmente biodegradabili che si trovano descritti, nelle loro caratteristiche e modalità di utilizzo, nell'allegato 2. Questi sono rifiuti che il legislatore indica come parzialmente biodegradabili a cui viene riconosciuto l'incentivo forfettariamente (dal 35% al 51%) sull'energia prodotta. L'allegato mostra un elenco di questi rifiuti. La fattispecie sembra comunque riferirsi maggiormente a impianti di combustione rispetto a quelli a biogas. Venendo ora all'ultima categoria è probabile che sia stato commesso un errore dal legislatore. La definizione contenuta nel decreto, "rifiuti non provenienti da raccolta differenziata e diversi dalla lettera c)", in cui la lettera c) è riferita ai rifiuti parzialmente biodegradabili, sembra escludere per esempio la frazione organica dei rifiuti urbani - Forsu - che invece è un alimento totalmente biodegradabile e già utilizzato dagli impianti biogas. Il GSE, all'interno delle procedure applicative del decreto 6 luglio 2012, specifica, infatti, che la Forsu rientra in questa categoria, a cui viene assegnata un'incentivazione pari a quella dei sottoprodotti. Le tariffe sono quindi distinte per tipologie di impianto, biomasse e biogas, e all'interno di queste due categorie per prodotto utilizzato e per fascia di potenza, con differenze anche importanti di incentivazione fra le diverse classi così individuate. Si veda come le tariffe base possono essere aumentate mediante dei premi aggiuntivi:

- per gli impianti a biomasse tra 1 e 5 MW di potenza, 10 €/MWh di maggiorazione se riducono le emissioni di CO₂ secondo obiettivi ancora da stabilire per decreto; per gli impianti a biomasse tra 1 e 5 MW di potenza, 20 €/MWh di maggiorazione se utilizzano biomasse da filiera corta di particolari tipologie;
- per gli impianti a biomasse, alimentati con matrici biologiche o sottoprodotti, un premio di 30€/MWh se rispettano certe soglie emissive;
- per tutti gli impianti che usano biomatrici, premi per la cogenerazione ad alto rendimento, che variano dai 10 ai 40 €/MWh in base alla fonte di alimentazione prescelta.

Questi premi sono aggiuntivi rispetto alla tariffa base, individuata secondo le modalità prima elencate. È inoltre previsto un premio specifico per i biogas a cui è abbinato un impianto di rimozione dell'azoto dal digestato. Per questo premio esistono tre fattispecie da considerare, a cui è associata una diversa maggiorazione delle tariffe:

- 30 €/MWh se l'impianto funziona in regime cogenerativo e garantisce una rimozione di almeno il 60% dell'azoto all'ingresso dell'impianto;

- 20 €/MWe se l'impianto funziona in regime cogenerativo e garantisce una rimozione di almeno il 30% dell'azoto all'ingresso dell'impianto;
- 15 €/MWe se l'impianto garantisce una rimozione di almeno il 40% dell'azoto all'ingresso dell'impianto.

La concessione dei premi è comunque correlata al rispetto di alcune regole tecniche e gestionali tra le quali è opportuno ricordare quelle relative alle vasche di stoccaggio del digestato, che devono essere coperte, e quelle sulle emissioni in atmosfera, che devono risultare prive di ammoniaca o composti ammoniacali. Inoltre i premi per riduzioni del 30% e del 40% dell'azoto sono riservati a impianti fino a una potenza installata di 600 kW.

L'attuale sistema di incentivazione, quindi, favorisce la realizzazione di impianti di potenza inferiore a 300 kWe, con particolare attenzione per quelli fino a 100 kWe per impianti a biogas e 200 kWe per gli impianti a biomasse (accesso diretto agli incentivi), alimentati da sottoprodotti di origine biologica, tra cui gli effluenti zootecnici; Infatti il D.M. 28, grazie alla modulazione della tariffa incentivante (tabella 1 del D.M.), ha praticamente eliminato ogni interesse per gli impianti con potenza elettrica superiore a 600 kWe. Inoltre, anche per quelli di potenza inferiore, la convenienza si ha solo se la biomassa utilizzata (per almeno il 70% in peso) è classificabile come "sottoprodotto di origine biologica" (tipologia compresa nell'elenco della tabella 1.A allegata al D.M.). Gli unici impianti che possono risultare interessanti sono quindi quelli che dispongono, almeno per la maggior parte, di biomassa a costo zero (sottoprodotti). Ne deriva che, a meno di situazioni del tutto particolari (ad esempio utilizzo di biomasse classificabili rifiuto), la diffusione futura degli impianti è ipotizzabile sostanzialmente per il trattamento dei reflui prodotti all'interno di singole aziende. Ciò porterà a un drastico ridimensionamento delle potenze elettriche dei futuri impianti che saranno, di norma, all'interno del primo scaglione previsto per le tariffe incentivanti, cioè al di sotto dei 300 kWe.

Bibliografia

- Alexopoulou E, Christou M, Cosentino SL, Monti A, Soldatos P, Fernando AL, Zegada-Lizarazu W, Scordia D, Testa G, 2011. Perennial grasses and their importance as bioenergy crops in EU27. In: Proceedings of the 19th European Biomass Conference and Exhibition, Berlin, Germany, pp. 81-85.
- ARSIA, 2005. Le colture da energia. Le colture dedicate ad uso energetico: il progetto Bioenergy Farm. Quaderno ARSIA 6/2004, pp. 167.
- Bioenergy IEA, 2008. Gaps in the research of 2nd generation transportation biofuels. Energy System.
- Candolo G, 2006. Energia dalle biomasse vegetali: le opportunità per le aziende agricole. *Agronomica*, 4, 26-35.
- Carratù L, Riva G, 2013. Inquadramento legislativo e aspetti legati all'impiego energetico. Atti del "I Sottoprodotti Agroforestali e Industriali a Base Rinnovabile", Ancona, 26-27 Settembre 2013. Vol. 1 – I sottoprodotti di interesse del DM 6.7.2012 – Inquadramento, potenzialità e valutazioni. www.extravalore.it.
- CE, 2009. Direttiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.
- Decreto Ministeriale 6 luglio 2012: Incentivi per energia da fonti rinnovabili elettriche non fotovoltaiche.
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152: Norme in materia ambientale.
- Decreto Legislativo 3 marzo 2011 n. 28: recante incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti a fonti rinnovabili diversi dai fotovoltaici.
- Di Candilo M, Facciotto G, 2012. Colture da biomassa ad uso energetico. Potenzialità e prospettive. 9-17. In: Progetti di ricerca SUSACE e FAESI. Recenti acquisizioni scientifiche per le colture energetiche. Sherwood 183, Supplemento 2.

- Dincer I., 2000. Renewable energy and sustainable development: a crucial review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 4(2), 157-175.
- European Biomass Association, 2009. A Biogas Road Map for Europe. Brussels: European Biomass Association.
- Fritsche UR, Sims RE, Monti A, 2010. Direct and indirect land-use competition issues for energy crops and their sustainable production—an overview. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 4(6), 692-704.
- Gawel E, Ludwig G, 2011. The iLUC dilemma: How to deal with indirect land use changes when governing energy crops? *Land Use Policy*, 28(4), 846-856.
- Pacala S, Socolow R, 2004. Stabilization wedges: solving the climate problem for the next 50 years with current technologies. *Science*, 305, 968-972.
- Pari L, 2011. Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia – Il contributo dei progetti di ricerca SUSPACE e FAESI. Edizioni Nuova Cultura.
- Piano Strategico per l’Innovazione e la Ricerca nel Settore Agricolo Alimentare e Forestale 2014-2020 (PSIR2014-2020). Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, 2014, Piano di Settore per le Bioenergie: le filiere bioenergetiche e l’agricoltura italiana, Documento di sintesi, Luglio 2014
- Sims RE, Hastings A, Schalamandinger B, Taylor G, Smith P, 2006. Energy crops: current status and future prospects. *Global Change Biol*, 12, 2054-2076.
- Terna, Dati statistici sull’energia elettrica in Italia, anno 2013, www.terna.it
- Valentine J, Clifton-Brown J, Hastings A, Robson P, Allison G, Smith P, 2012. Food vs. fuel: the use of land for lignocellulosic ‘next generation’ energy crops that minimize competition with primary food production. *GCB Bioenergy*, 4(1), 1-19.
- Zegada-Lizarazu W, Elbersen HW, Cosentino SL, Zatta A, Alexopoulou E, Monti A, 2010. Agronomic aspects of future energy crops in Europe. *Biofuels, Bioprod. and Biorefining*, 4(6), 674-691.

2.6 Obiettivi generali

L’obiettivo generale del progetto fa riferimento alla necessità sempre più crescente di ridurre la dipendenza da fonti fossili, di contribuire alla mitigazione dell’effetto dei gas climalteranti, di incentivare l’impiego delle materie prime rinnovabili e di trasferire al mondo agricolo le competenze più innovative per perseguire tali scopi. Questa necessità viene sancita a livello europeo dalla Direttiva 2009/28/EC, e richiede l’individuazione di soluzioni di prodotto e di processo innovative, efficienti ed ambientalmente sostenibili.

Le priorità di ricerca dovranno, quindi, interessare la tipologia di materia prima, il miglioramento delle tecnologie e l’ottimizzazione dei processi di trasformazione (biogas, energia termica, energia elettrica), l’efficienza nell’uso dell’energia sia da parte delle macchine (anche attraverso l’uso di carburanti alternativi autoprodotti da rinnovabili e/o delle tecnologie di precisione) che delle strutture (soprattutto quelle particolarmente energivore, es. colture protette).

Le attività di ricerca saranno affiancate e valorizzate attraverso la realizzazione di impianti sperimentali e da azioni dimostrative e divulgative per conferire al progetto una specifica valenza di trasferimento tecnologico e informativo quantomai utile e importante nell’attuale panorama agricolo del settore.

I sei WP, compreso il coordinamento WP0, strettamente interconnessi, si adopereranno nel raggiungere tali obiettivi generali, facendo riferimento alle loro competenze ed avvalendosi delle più consone collaborazioni interne ed esterne.

Il WP1 ha come obiettivo finale, il migliorare e sviluppare l’efficientamento energetico sia delle macchine che delle strutture agricole con programmi innovativi (come l’agricoltura di precisione, lo sviluppo di algoritmi avanzata per la stima dei consumi) e migliorativi delle caratteristiche e delle

performance della componentistica di base (ad es.: pneumatici, trasmissionie ecc...). Tutto questo ricordando che quello 2016-2017 sarà un biennio interamente dedicato al risparmio energetico nel programma di finanziamento dell'Unione Europea Horizon 2020. L'industria produttrice di motori off-road per l'agricoltura (ricordiamo che l'Italia è terzo produttore mondiale di trattori e macchine agricole), per esempio, a valle delle azioni per il contenimento delle emissioni nocive che fino ad oggi ha costituito l'unica priorità (secondo la Direttiva 2004/26/CE), dovrà concentrarsi sulla riduzione delle emissioni di GHG allargando necessariamente l'attenzione progettuale oltre che ai motori anche alle linee di meccanizzazione alternativa (per esempio tramite l'utilizzo di trattori ad alimentazione esclusiva o combinata a biometano) che essi dovranno azionare. In quest'ultimo caso, in un'azione del WP1, verrà eseguita una ricognizione delle principali tecnologie di upgrading del biogas al fine di metterlo a disposizione come combustibile per trattori agricoli e forestali alimentati a biometano e si analizzerà la disponibilità ed i campi di utilizzazione di questi ultimi.

Il WP2 affronta le principali tematiche afferenti alla filiera delle biomasse lignocellulosiche ad uso energetico: produzione di biomasse da colture dedicate, recupero e valorizzazione dei residui forestali, della gestione del verde urbano, e potenzialità produttiva delle aree marginali. L'obiettivo generale è quello di ottenere biomasse lignocellulosiche per gli impianti termochimici ad un costo minore e con impatti sul territorio migliori rispetto alle disponibilità attuali. Le biomasse provenienti dal comparto agricolo e forestale possono essere estremamente differenti dal punto di vista chimico-fisico e tali caratteristiche possono avere un peso notevole sulla scelta del tipo di processo di trasformazione, sulle specifiche tecnologiche dell'impianto e sulle problematiche che si possono avere nelle varie fasi della filiera. Tra i sottoprodotti utilizzabili negli impianti presi in considerazione si approfondiranno le conoscenze sui sistemi di utilizzo delle potature delle alberature cittadine e dei parchi, i residui e i sottoprodotti derivanti dalle operazioni di manutenzione dei boschi, arboreti da legno, fasce fluviali ecc. La raccolta e l'utilizzo di tali prodotti per fini energetici ne consentirebbe il recupero sostenibile in termini ambientali, agronomici ed economici.

L'obiettivo generale del WP3 pone attenzione ad una delle principali filiere agroenergetiche italiane, e cioè a quella del biogas. In tale contesto particolare attenzione deve essere posta alle fasi operative attinenti l'alimentazione e l'efficienza dei biodigestori e la gestione e la distribuzione del digestato. Attualmente il 57,9% degli impianti a biogas utilizza la classica co-digestione fra effluenti zootecnici, sottoprodotti agroindustriali e colture dedicate, il 29% utilizza solo effluenti ed il 13,1% colture energetiche e/o sottoprodotti agroindustriali. La filiera energetica del biogas è in continua evoluzione per adattarsi alle nuove normative/incentivi ed alle esigenze di mercato. Risulta pertanto essenziale recuperare le biomasse di scarto agricole attualmente non utilizzate e sviluppare soluzioni tecniche finalizzate alla risoluzione di problematiche legate alla valutazione dei potenziali metanigeni, all'alimentazione dei biodigestori, alla valorizzazione e smaltimento del digestato e all'analisi di sistemi per l'incremento delle rese in biogas. Il WP3 affronta quindi il problema sia del recupero delle biomasse residuali per la produzione e la valorizzazione di colture dedicate, sia degli aspetti meccanici ed impiantistici per la valorizzazione del digestato per la filiera del biogas. L'industria del biogas ha avuto notevole espansione in Europa dove la produzione di energia è aumentata del 31% tra il 2010 ed il 2011. La Germania produce quasi il 61% del biogas europeo, sperimentando una rapida crescita (tasso medio annuo superiore al 18% nel periodo 2001-2010). Elettricità e calore, attraverso la cogenerazione o in altro modo, sono le principali forme di recupero di biogas nella UE.

Nell'obiettivo generale del WP4, si è tenuta in considerazione la Direttiva 2009/28/UE (Renewable Energy Directive - RED) in cui si indica (art. 17) che i biocarburanti e i bioliquidi devono contribuire alla riduzione delle emissioni di gas serra di almeno il 35% rispetto ai carburanti fossili di riferimento fino ad una riduzione del 60% a partire dal 2018. Tali carburanti non devono essere

prodotti a partire da terreni a elevata biodiversità o ad elevato stock di carbonio, cioè dovranno ridurre i cosiddetti effetti *Indirect Land Use Change* (ILUC) introducendo un ulteriore criterio di sostenibilità rispetto a quello di non concorrenza con la produzione di alimenti. In considerazione dei positivi risultati ottenuti in questi ultimi anni dalle filiere agro-energetiche, il piano strategico del MiPAAF per l'innovazione e la ricerca nel settore agricolo, alimentare e forestale 2014-2020, presentato nel luglio scorso, tra le esigenze di innovazione ha previsto lo sviluppo di bioraffinerie per la produzione di composti chimici, materiali e/o biocarburanti (AREA 5 del piano strategico). A livello comunitario, la Commissione Europea (lead market initiative 2011) aveva già inserito il settore dei bioprodotti e delle energie rinnovabili tra i sei mercati maggiormente innovativi e da promuovere nel prossimo futuro. Questi input sono destinati a generare ulteriore interesse e sviluppo di nuovi sistemi di bioraffineria, settore nel quale il sistema produttivo italiano vanta già oggi numerose esperienze innovative sul territorio. In questo contesto, il WP4 si pone l'obiettivo di studiare, sperimentare e sviluppare alcune soluzioni di processo (smart-technologies) originali ed innovative per la produzione di bio-based e di valutare i prodotti da colture oleaginose non alimentari che le rendono idonee all'autoproduzione aziendale di biocarburanti. Saranno anche prodotti lubrificanti e/o fluidi oleodinamici, utilizzabili in sistemi con specifiche proprietà tribologiche, alternativi ai lubrificanti tradizionali nei trattori ed in altri utilizzi agricoli.

Infine il WP5 ha come obiettivo generale quello di realizzare impianti sperimentali, che nel corso degli anni del progetto verranno affiancati da azioni dimostrative e divulgative, di diversa origine e funzionalità. In particolare vedrà la realizzazione di: una microfiliera energetica sviluppata su scala territoriale; una filiera di produzione di pellet su scala aziendale; sistemi innovativi per permettere l'utilizzo di biomasse agricole di scarto per l'alimentazione di impianti a biogas e per risolvere le problematiche legate ad un completo riutilizzo agronomico del digestato come importante fonte fertilizzante; sistemi innovativi di dimostrazione e divulgazione sulla qualità del pellet; un centro dimostrativo all'interno del CREA-ING di Monterotondo, che tenga conto del nuovo D.M. sulle Energie rinnovabili (n.28 del 6 luglio 2012 in vigore dal 01/01/2013) che favorisce i piccoli impianti di microgenerazione; sistemi dimostrativi per la produzione di biogas da prodotti derivati contaminati da micotossine; un centro dimostrativo per la produzione aziendale di: biogas e/o biometano, syngas e biochar ed infine di un modello di trasferimento delle conoscenze e dei risultati.

2.7 Schema attività dei WP e loro interconnessione

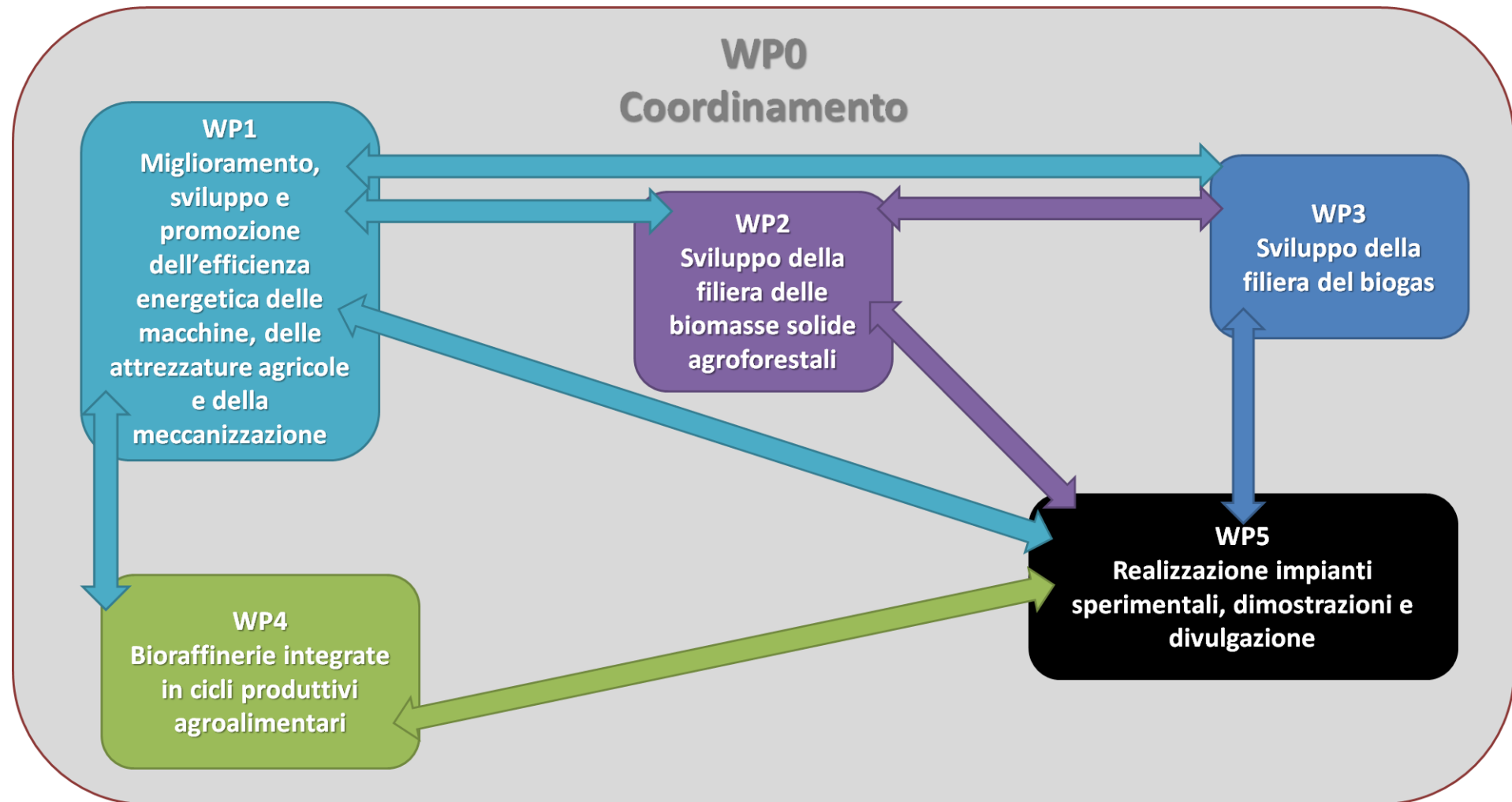


Figura 2.7.1: Schema di attività e di interconnessione fra diversi WP.

2.8 Quadro Sinottico dei WP e delle task

Titolo Task	Obiettivi	<u>Task leader,</u> collaboratori, UO afferente
WP0: Coordinamento		<u>Paolo Menesatti</u> - CREA-ING
Task 0.1: Coordinamento	<p>Il WP0 ha come obiettivo generale la responsabilità del corretto svolgimento del progetto (rispetto a quanto scritto e approvato) dal punto di vista organizzativo, realizzativo (scientifico e amministrativo), informativo e divulgativo.</p> <p>Gli obiettivi specifici del coordinamento sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> - fornire un punto di riferimento e di guida sia nei confronti dei WP leader che dei Task leader (al riguardo è intenzione istituire anche un WP board e un task board); - monitorare e controllare in itinere il buon andamento dello svolgimento del progetto sia in termini scientifici che finanziari e amministrativi; - organizzare e facilitare i rapporti e gli scambi inter e intra WP, task e UUOO; - garantire che tutte le parti interessate siano coinvolte nel progetto e adeguatamente rappresentate nella struttura organizzativa dello stesso; - assicurare che tutte le risorse e i budget impegnati nel progetto siano assegnati e distribuiti secondo quanto stabilito nel progetto accettato dall'Ente finanziatore; - mantenere i rapporti con l'Ente finanziatore; - coinvolgere i possibili diversi attori del sistema e mantenere i rapporti di interscambio con essi; - assicurare che tutte le politiche previste per la gestione delle attività siano messe in atto; 	<u>Paolo Menesatti</u> - CREA-ING

	<ul style="list-style-type: none"> - informare in corso d'opera il management dell'Ente sullo stato del progetto, sulle stime a finire e sulle conseguenti decisioni in base alla costante informativa prodotta dagli stati di avanzamento della ricerca; - presiedere le riunioni che si svolgeranno durante gli anni di progetto; - garantire che tutti i membri comprendano il proprio ruolo di supporto al progetto nel facilitare e velocizzare il processo decisionale; - divulgare verso l'esterno con convegni, workshop, seminari, incontri, relazioni, ecc; - acquisire ogni informazione utile, attraverso partecipazioni a incontri nazionali o internazionali, con i diversi attori del sistema per contribuire ad una maggiore finalizzazione della ricerca in sviluppo, seguendo l'evoluzione del contesto nazionale, UE e internazionale del settore durante la durata del progetto. 	
WP1: Miglioramento, sviluppo e promozione dell'efficienza energetica delle macchine, delle attrezzature agricole e della meccanizzazione		<u>Carlo Bisaglia</u> - CREA-ING
Task 1.1: Sistemi avanzati di valutazione sperimentale delle caratteristiche e delle performance dei componenti delle macchine (ad es.: pneumatici, trasmissioni) al fine del miglioramento dell'efficienza energetica e prestazionale delle stesse	<p>Gli obiettivi possono essere così sintetizzati:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ridurre la quantità di gasolio utilizzata in azienda per le macchine agricole; - ridurre l'emissione di CO₂ equivalente dell'intero processo di produzione; - valutare l'impatto in termini di rifiuti delle officine; - valutare gli effetti della riduzione della potenza dei trattori; - aumentare le ore di personale senza aumentare i costi dell'azienda; <p>L'obiettivo è l'elaborazione di una nuova impostazione nella scelta della flotta aziendale di macchine agricole anche tenendo conto delle specifiche realtà aziendali (indirizzo produttivo, SAU, organizzazione del personale).</p>	<u>Maurizio Cutini</u> - CREA-ING Roberto Fanigliulo - CREA-ING Daniele Pochi - CREA- ING

<p>Task 1.2 Trattori ad alimentazione esclusiva o combinata a biometano</p>	<p>Verrà eseguita una ricognizione delle principali tecnologie di upgrading del biogas al fine di metterlo a disposizione come combustibile per trattori agricoli e forestali alimentati a biometano e si analizzerà la disponibilità ed i campi di utilizzazione di questi ultimi.</p> <p>Gli obiettivi sono i seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - valutazione delle quantità di biometano sviluppabili in Italia ed il potenziale di applicazione in agricoltura; - valutazione tramite prove sperimentali in condizioni controllate di laboratorio delle caratteristiche tecniche del metano e del biometano sui motori agricoli al fine di poterne garantire l'equivalenza prestazionale e la miscelabilità; - valutazione della possibilità di retrofittare trattori a gasolio esistenti con impianti ad iniezione di biometano; - valutazione in campo dell'efficienza energetica in linee di meccanizzazione; - valutazione del risparmio in termini ambientali dell'utilizzo del biometano (CO₂, particolato, NO_x); - analisi economica tramite simulazione condotte con aziende campione ad indirizzo cerealicolo-zootecnico; - redazione di matrici "lavorazioni agricole/flotta aziendale di trattori" al fine di individuare l'inseribilità e/o il grado di sostituibilità di trattori a metano in flotte aziendali. 	<p><u>Carlo Bisaglia</u> - CREA-ING</p> <p>Maurizio Cutini - CREA-ING</p> <p>Daniele Pochi - CREA-ING</p> <p>Alberto Assirelli - CREA-ING</p> <p>Francesco Gallucci - CREA-ING</p>
<p>Task 1.3: Meccanizzazione ad elevata automazione per l'efficientamento energetico</p>	<p>L'obiettivo generale della Task è quello di realizzare cantieri ad elevata automazione in grado di gestire autonomamente specifiche operazioni in determinati settori colturali. A tal fine l'attività verrà sviluppata in relazione ai seguenti obiettivi specifici:</p> <ul style="list-style-type: none"> - valutazione delle necessità di meccanizzazione inerenti alle principali operazioni colturali; - progettazione e sviluppo di cantieri mirati all'efficienza energetica ed al contenimento dei costi; - valutazione della sostenibilità economica ed energetica dei cantieri sviluppati; 	<p><u>Alberto Assirelli</u> - CREA-ING</p> <p>Carlo Bisaglia - CREA-ING</p>

	- promozione di attività dimostrative, divulgative e informative.	
Task 1.4: Sviluppo e testing sperimentale di algoritmi per la stima efficiente dei consumi delle lavorazioni agricole (ettaro-coltura)	L'obiettivo che si pone il presente lavoro consiste nello sviluppo di un supporto software di analisi preventiva delle diverse componenti dei costi economici e dei consumi di combustibili fossili e delle conseguenti emissioni di CO ₂ che si verificano in occasione dell'esecuzione delle operazioni colturali necessarie per il ciclo colturale (ettaro-coltura). Tale supporto, applicabile alle operazioni colturali delle varie linee di meccanizzazione presenti nell'agricoltura e selvicoltura italiane, permetterà in fase di programmazione delle operazioni colturali, di prevedere e selezionare interventi meccanizzati che consentono di ottimizzare i consumi di combustibile e le emissioni di CO ₂ e di contenere i costi economici sostenuti per la unità di prodotto ottenuto.	<u>Corrado Costa</u> - CREA-ING Marco Fedrizzi CREA-ING Daniele Pochi - CREA-ING Giulio Sperandio - CREA-ING Roberto Fanigliulo - CREA-ING
Task 1.5: Agricoltura di precisione come tool di efficientamento energetico, ambientale ed economico	L'azione si concentrerà su valutazioni e sperimentazioni di macchine e tecnologie di AP (ISOBUS, autoguida, posizionamento RTK, mappatura delle rese, gestione della flotta, sw di controllo consumi, manutenzione in remoto, rateo variabili, sensori di vigore, ecc.) con l'obiettivo primario di misurare gli effettivi risparmi in termini di consumi energetici, di emissioni e di più generale impatto ambientale, sempre in considerazione dell'efficacia di produzione. Secondo diversi autori, con i sistemi AP più evoluti sarebbe possibile ottenere una riduzione dei tempi di lavoro e dei consumi di carburante (e delle emissioni) tra il 15 e il 20%. I sistemi di AP si stanno diffondendo rapidamente in agricoltura, principalmente tra i contoterzisti che possono offrire una maggiore capacità di ammodernamento e gestione del parco macchine. Per questo motivo si farà anche riferimento ad una partnership con UNIMA (Unione Nazionale Imprese di Meccanizzazione Agricola) socio di ENAMA.	<u>Carlo Bisaglia</u> - CREA-ING Corrado Costa - CREA-ING Daniele Pochi - CREA-ING Maurizio Cutini - CREA-ING Alberto Assirelli - CREA-ING

	<p>L'obiettivo generale della Task è quello di analizzare le principali applicazioni oggi disponibili nei principali comparti quali: cerealicolo, frutticolo, orticolo e zootecnico.</p> <p>A tal fine l'attività verrà sviluppata in quattro linee principali:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Valutazione delle maggiori tecnologie di AP disponibili nei comparti cerealicolo, frutticolo, orticolo e zootecnico con particolare riferimento ai sistemi di guida automatica; 2. Valutazione del contributo delle macchine operatrici all'AP; 3. Valutazione dei risparmi in termini energetici ottenibili in tali comparti con l'applicazione delle tecnologie di AP disponibili; 4. Valutazione economica su larga scala dell'impiego di sensoristica di agricoltura di precisione utilizzata per le principali operazioni colturali; 5. Azioni di dimostrazione e di divulgazione dei risultati. 	<p>Elio Romano - CREA-ING</p> <p>MassimoBrambilla - CREA-ING</p>
<p>Task 1.6: Risparmio energetico nell'irrigazione anche attraverso sistemi di precisione</p>	<p>L'obiettivo generale della task consiste nel poter ricercare nuovi sistemi e tecnologie innovative in riferimento ad una moderna irrigazione, attuando il trasferimento del know-how acquisito dai ricercatori del CREA-ING e dei collaboratori esterni nelle varie attività di ricerca e sperimentazione.</p> <p>Obiettivi specifici:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Effettuare attività di ricerca ed ove possibile di sperimentazione ed applicazione di quanto osservato in riferimento al risparmio energetico, efficientamento delle risorse idriche, all'impiego di nuovi, mezzi e/o macchine e strumenti impiegabili nella moderna tecnica irrigua. Definire metodologie di prova per l'esecuzione di test specifici in campo relativamente ad ogni sistema che potrà essere impiegato nella sperimentazione. - Rendere disponibile i risultati delle attività agli utenti finali (ditte agromeccaniche, aziende agrarie e comunità scientifica). 	<p><u>Roberto Tomasone</u> - CREA-ING</p> <p>Alberto Assirelli - CREA-ING</p> <p>Mauro Pagano - CREA-ING</p> <p>Giulio Sperandio - CREA-ING</p> <p>Marco Fedrizzi - CREA-ING</p> <p>Vincenzo Civitarese CREA-ING</p>

<p>Task 1.7: Sviluppo di un programma di supporto alle decisioni (SSD) per la diagnosi energetica di serre esistenti e la valutazione virtuale di opzioni migliorative</p>	<p>Sviluppo di un programma di supporto alle decisioni (SSD) per la diagnosi energetica di serre esistenti e la valutazione virtuale di opzioni migliorative; sviluppo di App e di sistemi di realtà aumentata per smartphone per la visualizzazione di informazioni sulla gestione della ventilazione e del microclima nei cicli colturali in atto; sviluppo di sistemi di monitoraggio e controllo basati su tecnologie elettroniche a basso costo e progettazione/prototipazione open source.</p>	<p><u>Elio Romano</u> - CREA-ING Massimo Brambilla - CREA-ING</p>
<p>Task 1.8: Riduzione dei consumi energetici per il riscaldamento delle serre</p>	<p>L'obiettivo che si pone il presente lavoro è la valutazione della sostenibilità economica e ambientale degli impianti di generazione di calore che sfruttano fonti di energia alternative al gasolio ed al GPL applicati al settore della serraicoltura. In particolare la presente ricerca verterà sull'utilizzo di impianti di riscaldamento a pompa di calore. L'innovazione riguarderà l'introduzione della tecnologia delle pompe di calore che, nonostante il crescente interesse in ambito civile, non presenta ancora diffusione nell'applicazione alle serre. Sono invece ancora molti i dubbi sulla fattibilità tecnica, i dimensionamenti, la valutazione delle realtà aziendali, e degli eventuali accorgimenti, in cui risulterà applicabile. L'analisi di sostenibilità verrà elaborata acquisendo i dati di alcune aziende della Toscana e della Lombardia operanti nel settore florovivaistico. Questo permetterà la raccolta di dati riguardanti gli impianti termici e le proprietà delle serre. I dati riguardanti i costi dell'alimentazione a gasolio ed a GPL sono disponibili allo stato dell'arte, così come iniziano ad essere presenti i dati dei costi dell'adozione delle diverse tipologie di riscaldamento a biomassa (in connessione con il WP6, task 6.1.6), mentre sono difficilmente reperibili i dati di consumo di energia elettrica connesso all'uso di pompe di calore. Di conseguenza, l'innovazione del progetto investirà dal lato progettuale e sperimentale l'adozione delle pompe di calore che, in diverse configurazioni, verranno installate in un impianto di coltivazione in serra su bancali.</p>	<p><u>Marco Fedrizzi</u> - CREA-ING Gianluca Burchi - CREA-VIV Maurizio Cutini - CREA-ING Mauro Pagano - CREA-ING Giulio Sperandio - CREA-ING Vincenzo Civitarese - CREA-ING Daniele Massa - CREA-VIV Sonia Cacini - CREA-VIV</p>

	<p>Per il corretto svolgimento dell'analisi economica, i dati raccolti dai sopralluoghi nelle aziende, consentiranno lo sviluppo di un software, o l'aggiornamento di un esistente, con l'esperienza maturata nella sperimentazione.</p> <p>Questo lavoro evidenzierà in particolare i seguenti risultati:</p> <ul style="list-style-type: none"> - analisi di sostenibilità economica e ambientale degli impianti alimentati con fonti alternative al GPL ed al gasolio; - prerogative ed accorgimenti per l'inserimento della tecnologia delle pompe di calore in azienda floro-vivaistica. 	
WP2: Sviluppo della filiera delle biomasse solide agroforestali		<u>Enrico Ceotto</u> – CREA-CIN
Task 2.1: Sistemi di compattamento per biomasse residuali	<p>L'obiettivo generale della Task è quello valutare l'applicabilità di sistemi di separazione, trattamento e compattazione idonee all'applicazione su raccogliatrici agricole, a bordo campo e/o nei cantieri di allestimento forestale od eventualmente presso impianti di trasformazione per verificarne il comportamento al variare della tipologia di biomassa e del suo contenuto di umidità.</p> <p>A tal fine l'attività verrà sviluppata in tre linee principali:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. valutazione delle possibilità di equipaggiamento di mietitrebbiatrici in raccolta di cereali, leguminose e mais di sistemi di separazione e compattamento integrati all'operatrice; 2. valutazione di diversi sistemi di trattamento/compattamento a densità regolabile, anche scarrabile; 3. promozione di attività dimostrative, divulgative e informative. 	<u>Alberto Assirelli</u> - CREA-ING
Task 2.2: Colture e tecniche innovative per la produzione di bioenergia	<p>Linea 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Valutare se epoche di taglio estive dell'Arundo possono ripristinare un attivo accrescimento nella seconda parte dell'estate, periodo nel quale la coltura normalmente subisce un "crollo estivo" del tasso di crescita; 2) Quantificare le asportazioni e l'efficienza dell'uso dell'azoto dell'Arundo sottoposta ad epoche di raccolta estive; 	<u>Enrico Ceotto</u> - CREA-CIN Tommaso Martinelli - CREA-CIN

	<p>3) Valutare se epoche di raccolta estive determinano un declino di produttività del canneto nel corso degli anni rispetto al taglio tradizionale a fine stagione.</p> <p>Linea 2: 1) Valutazione qualitativa e quantitativa della produttività di 2 genotipi di cardo mariano a fini energetici 2) Valutazione dell'adattabilità di cardo mariano a tecniche agronomiche di minima lavorazione del suolo e a ridotte concimazioni azotate.</p>	
Task 2.3: Valorizzazione delle biomasse lignocellulosiche per la produzione di energia termica	L'obiettivo principale della presente Task è quello di studiare sistemi innovativi che permettano di valorizzare le produzioni di specie arboree allevate ad MRF, comprensive di ceppaie o colture legnose invasive attraverso la meccanizzazione delle operazioni di raccolta e sezionamento delle piante ed il successivo confezionamento in idonei sacchi di rete.	<u>Luigi Pari</u> - CREA-ING
Task 2.4: Valorizzazione delle biomasse forestali residuali	<ul style="list-style-type: none"> - Caratterizzazione dendrometrica e stima del potenziale di biomassa ritraibile da piantagioni forestali di conifere (diradamenti) e di eucalitto (collegamento con la Task 5.1). - Analisi dei cantieri forestali con studio dei tempi di lavoro e delle produttività in relazione ai due sistemi di lavoro adottati (legno corto e albero intero); - Valutazione della convenienza economica dell'utilizzo dei residui dell'utilizzazione del ceduo e di diradamenti in popolamenti di conifere con il sistema di lavoro dell'albero intero (in collegamento con la Task 5.1). - Valutazione dell'impatto ecologico del prelievo dei residui (sistema dell'albero intero) rispetto al loro rilascio sul terreno (sistema del legno corto). - Modellizzazione del cantiere ove viene applicato il sistema dell'albero intero. 	<u>Stefano Verani</u> - CREA-PLF Giuseppe Pignatti - CREA-PLF Giulio Sperandio - CREA-ING Vincenzo Civitarese - CREA-ING

<p>Task 2.5: Recupero di residui lignocellulosici da gestione del verde urbano</p>	<p>La Task si propone quattro principali obiettivi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - il primo consiste nell'individuazione degli elementi necessari alla stima del materiale legnoso potenzialmente proveniente da cantieri di gestione degli alberi in ambiente urbano; - il secondo consiste in un'approfondita caratterizzazione e conoscenza dei cantieri di utilizzo attualmente utilizzati in ambito urbano, evidenziandone gli eventuali limiti tecnici ed organizzativi; - il terzo obiettivo è quello di fornire degli strumenti, basati essenzialmente sull'ottimizzazione dell'organizzazione dei cantieri di lavoro (oppure attraverso l'implementazione di macchine innovative), che siano in grado di valorizzare al meglio l'utilizzazione dei residui legnosi, al fine di individuare un modello di cantiere maggiormente sostenibile dal punto di vista economico e dei consumi energetici; - il quarto obiettivo si prefigge di valutare, in collegamento con la Task 5.1, la possibilità di valorizzazione di questo tipo di biomassa nella produzione di pellet e la caratterizzazione del contenuto in metalli pesanti dei prodotti di valorizzazione. 	<p><u>Marcello Biocca</u> - CREA-ING</p> <p>Giulio Sperandio - CREA-ING</p> <p>Rita Aromolo - CREA-RPS</p>
<p>Task 2.6: Potenzialità produttiva e servizi ambientali di colture da bioenergia su suoli marginali</p>	<p>Questo studio ha come obiettivi lo sviluppo di infrastrutture e analisi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sviluppare e rendere disponibile al pubblico un sistema di dati e modelli per la simulazione di sistemi agricoli (con particolare riferimento alla colture da bioenergia) a copertura del territorio nazionale; - Simulare le produzioni di varie specie di colture da bioenergia o che possano avere uso in processi di bioraffineria a copertura nazionale, stimando potenzialità produttive, variabilità inter-annuale anche in scenari di cambiamento climatico; - Valutare potenziale impatto ambientale dei sistemi produttivi analizzati attraverso la Life Cycle Impact Analysis (LCIA). 	<p><u>Marcello Donatelli</u> – CREA-CIN</p> <p>Edoardo Costantini - CREA-ABP</p> <p>Simone Priori - CREA-APB</p> <p>Gianni Fila - CREA-CIN</p> <p>Marcello Mastrorilli - CREA-SCA</p>

		<p>Pasquale Campi - CREA-SCA</p> <p>Piermaria Corona - CREA-SEL</p> <p>Ugo Chiavetta - CREA-SEL</p>
<p>WP3: Sviluppo della filiera del biogas</p>		<p><u>Luca Buttazzoni</u> - CREA-PCM</p>
<p>Task 3.1: Recupero di sottoprodotti agroindustriali per processi di valorizzazione energetica</p>	<p>Il progetto sarà focalizzato sulla cinetica del processo di Digestione Anaerobica di rifiuti organici agrozootecnici al fine di aumentare l'efficienza della produzione di biogas. Gli obiettivi da perseguire sono di seguito specificati:</p> <p>Linea 1: Identificazione delle condizioni ottimali di processo per la produzione di idrogeno e metano con substrati diversi singoli o in codigestione.</p> <p>I punti critici del processo in due fasi sono la struttura microbica della comunità (punto 2), la sua interazione con i diversi substrati e l'ottimizzazione dei parametri chimico fisici di processo.</p> <p>Linea 2: Caratterizzazione e selezione di consorzi microbici per la produzione di biogas nelle diverse condizioni di coltura</p> <p>Obiettivo è la comprensione della struttura, della diversità e delle dinamiche delle comunità microbiche presenti nelle due fasi del processo, ossia, idrogenogenesi acidogena e metanogenesi. Le diverse fasi sono catalizzate da gruppi microbici eterogenei che cooperano strettamente per arrivare alla produzione finale di metano. In particolare i batteri acidogeni sono i responsabili dell'idrolisi dei polimeri presenti nel materiale organico, oltre che dell'iniziale acidificazione a carico dei monomeri generati dal processo idrolitico. Al fine di caratterizzare e monitorare le comunità microbiche coinvolte nei processi su menzionati di</p>	<p><u>Antonella Chiarotti</u> - CREA-PCM</p> <p>Alessandra Crisà - CREA-PCM</p>

	<p>digestione anaerobica è possibile scegliere marcatori microbici molecolari, quali i geni ribosomiali batterici (16S rRNA), in grado di fornire indicazioni sulla presenza di determinate popolazioni di microrganismi</p> <p>Linea 3: Individuazione di marcatori molecolari funzionali di processo (idrogenasi, metil coenzima-M reduttasi)</p> <p>Sebbene esista una letteratura copiosa attinente alla produzione di bioidrogeno per via fermentativa in pochi lavori sono stati analizzati gli aspetti di genetica molecolare. Al fine di monitorare le attività metaboliche relative al processo di digestione anaerobia sarebbe auspicabile scegliere ed utilizzare opportuni marcatori funzionali da associare all'andamento della produzione di idrogeno o metano. Questi marcatori sono geni funzionali codificanti per enzimi caratteristici di una specifica via metabolica, in grado di fornire informazioni sull'andamento dei processi fermentativi.</p> <p>Considerando le produzioni target della presente task sarà studiata l'espressione genica delle idrogenasi e delle metil coenzima-M reduttasi enzimi coinvolti nelle due fasi della digestione anaerobia solo nelle condizioni risultate ottimali al punto 3.1</p> <p>Linea 4: Verifica delle caratteristiche del biogas ottenuti dai processi fermentativi ottimizzati</p> <p>La determinazione della variazione della composizione del biogas prodotto nel tempo fornisce dati essenziali per una analisi dell'efficienza della reazione di fermentazione anaerobica. La misurazione della percentuale relativa degli analiti che compongono il biogas (metano, anidride carbonica, idrogeno ed altri gas presenti in tracce come ammoniaca e acido solfidrico) fornirà dati essenziali per la determinazione della "qualità" del biogas prodotto, ovvero del suo potere calorifico.</p> <p>Linea 5: Verifica dei risultati di laboratorio a scala di impianto pilota</p> <p>L'upgrading dei risultati di laboratorio a scala di impianto pilota è condizione indispensabile per verificare in condizioni operative</p>	
--	---	--

	reali la ripetibilità dei risultati e per poter trasferire le conoscenze ottenute su scala industriale.	
Task 3.2: Produzione d'inoculi per digestori anaerobici	<p>Progettazione e realizzazione di un prototipo per la produzione di inoculi microbici misti utilizzabili in qualsivoglia impianto di biogas di tipo CSTR che lavori in mesofilia.</p> <p>In particolare si vuole:</p> <p>3.2.1: valutare la realizzabilità di una soluzione impiantistica adatta a essere commercializzata ad allevatori, produttori di biogas, che vogliano produrre gli inoculi in azienda. Il prototipo rappresenta una configurazione essenziale di impianto, per un volume complessivo di inoculo lavorato dell'ordine di grandezza di 2 metri cubi. Il sistema lavora in semicontinuo in quanto le prime fasi della produzione sono realizzate in continuo mentre la raccolta dell'inoculo richiede l'arresto del processo. Il vantaggio del sistema in semicontinuo, rispetto a una soluzione in batch (comunque possibile) è rappresentato dalla possibilità di produrre volumi superiori di inoculo, nell'unità di tempo.</p> <p>3.2.2: individuare la metodologia più idonea alla conservazione e distribuzione commerciale dell'inoculo, nel caso in cui esso venga prodotto su larga scala da un'azienda di servizi per la distribuzione ad aziende agricole o agro-zootecniche dotate di impianti di biogas.</p> <p>3.2.3: arrivare a una chiara definizione, in termini parametrici, di qualità dell'inoculo.</p>	<p><u>Rosa Marchetti</u> - CREA-SUI</p> <p>Valerio Faeti - CREA-SUI</p> <p>Anna Orsi - CREA-SUI</p> <p>Gianni Marchetto - CREA-SUI</p>
Task 3.3: Nuovo prototipo di digestore a due stadi	<p>Nell'ambito del progetto MiPAAF SOS-ZOOT, scheda MAREA, cui hanno partecipato CREA-ING e CREA-PCM è stato progettato, realizzato, quindi installato presso l'azienda del CREA-PCM, un impianto pilota di digestione anaerobica a doppio stadio nel quale avviene una produzione separata di idrogeno e metano a partire da liquami e scarti caseari. Il processo è stato testato in laboratorio e l'impianto, per il quale è in corso una domanda di brevetto ("procedimento ed impianto per la produzione di idrogeno e metano da effluenti zootecnici" n. TO2013A000227), ha dato risultati</p>	<p><u>Serafino Concetti</u> - CREA-PCM</p> <p>Francesco Gallucci - CREA-ING</p>

	<p>incoraggianti anche in termini di interesse da parte dell'industria. Tuttavia il reattore nella sua attuale conformazione può essere alimentato solo con substrati a basso tenore di Solidi Totali (< 5%), in cui le particelle e gli aggregati della frazione in sospensione abbiano dimensioni inferiori a 2-3 mm, limiti che mal si conciliano con le caratteristiche degli effluenti zootecnici, in particolare del refluo delle stalle di bovine e di bufale da latte. Il task si pone l'obiettivo di rivedere il prototipo e superare le criticità emerse migliorandone sostanzialmente le performances intese come ampliamento della gamma di substrati (biomasse) impiegabili, e di aumentarne la flessibilità ampliando della possibilità di variare i parametri di processo.</p>	
<p>Task 3.4: Impatto dei biodigestati sulle comunità microbiche dei suoli agrari</p>	<p>Valutare la risposta delle comunità microbiche dei suoli all'apporto di masse residue (digestati) da impianti per la produzione di biogas con particolare riferimento alle colture da energia, allo scopo di:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) valutare l'impatto dei digestati sulle componenti biologiche della fertilità dei suoli; 2) individuare materiali organici e pratiche che possano massimizzare le componenti biologiche funzionali dei suoli (incremento di crescita delle colture, repressività verso i patogeni radicali) in modi da aumentare il valore economico dei digestati finali degli impianti che lavorano secondo le procedure di autocontrollo basate sui principi del sistema HACCP in conformità alle disposizioni comunitarie. 	<p><u>Luisa Maria Manici</u> - CREA-CIN</p> <p>Francesco Caputo - CREA-CIN</p> <p>Federica Nicoletti - CREA-CIN</p>
<p>Task 3.5: Valutazione dell'efficacia agronomica dei digestati anaerobici e loro valorizzazione per l'uso agricolo</p>	<p>L'obiettivo principale consisterà nella valutazione, in prove di laboratorio ed in vaso, dell'efficacia agronomica di biodigestati ottenuti da diverse materie prime di origine zootecnica addizionate o meno con altre biomasse organiche.</p> <p>Verranno altresì individuati i migliori materiali di partenza e percorsi tecnologici che consentano di ottenere biodigestati standardizzati di buona qualità per l'uso agricolo.</p> <p>Ulteriore obiettivo della presente ricerca riguarderà la valorizzazione del digestato anaerobico attraverso l'analisi di</p>	<p><u>Anna Benedetti</u> - CREA-RPS</p> <p>Maria Teresa Dell'Abate - CREA-RPS</p> <p>Simona Rinaldi - CREA-RPS</p>

	<p>eventuali proprietà biostimolanti sulla crescita della pianta e l'individuazione di molecole bioattive.</p> <p>L'obiettivo finale è quello di individuare biodigestati potenzialmente utilizzabili per la formulazione di preparati commerciali per uso agronomico.</p> <p>Obiettivi specifici della presente ricerca saranno:</p> <ul style="list-style-type: none"> - caratterizzazione delle principali tipologie di biodigestati attualmente prodotti dagli allevamenti italiani; - valutazione del comportamento agronomico dei biodigestati individuati a confronto con fertilizzanti minerali convenzionali; - studio dell'efficienza di utilizzo dell'azoto e dell'additivazione di inibitori della nitrificazione; - studio degli effetti del digestato sui microrganismi del suolo ed in particolare sulla diversità ed attività dei microrganismi ammonio-ossidanti; - determinazione della presenza di attività biostimolante nei biodigestati ed individuazione di molecole bioattive. 	<p>Barbara Felici - CREA-RPS</p>
<p>Task 3.6: Utilizzo del pastazzo di agrumi e di altre biomasse residuali tipiche mediterranee come matrici alternative per la produzione di biogas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Caratterizzazione chimica e fisica dell'ingestato e del digestato con costituzione di un data base ed utilizzo dei dati per il feed-back all'impianto e per la prosecuzione del progetto. <p>Ottimizzazione della composizione della biomassa in ingresso ed eventuale fermentazione con altre biomasse residuali tipiche dell'area mediterranea quali sansa e cladodi di Opuntia. Particolare attenzione sarà posta sulla qualità e sulla quantità del biogas prodotto, sui parametri di controllo del processo, sulle definizioni degli input giornalieri e sui tempi di ritenzione.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Valorizzazione, attraverso la digestione anaerobica, di alcune biomasse residuali delle coltivazioni e dei processi agroalimentari tipiche dell'area mediterranea, con particolare riferimento a quelle per le quali lo smaltimento, allo stato attuale, rappresenta un problema economico e ambientale. - Meccanizzazione della distribuzione del digestato, sia della frazione solida che di quella liquida, in colture arboree, 	<p><u>Simona Fabroni</u> - CREA-ACM</p> <p>Paolo Rapisarda - CREA-ACM</p> <p>Giancarlo Rocuzzo - CREA-ACM</p> <p>Filippo Ferlito - CREA-ACM</p> <p>Flora Valeria Romeo - CREA-ACM</p> <p>Nicolina Timpanaro - CREA-ACM</p>

	<p>principalmente agrumi, così da ampliare la sua possibile utilizzazione agronomica.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formulazione di nuovi fertilizzanti. Per la loro composizione media, le frazioni solida e liquida del digestato presentano caratteristiche simili a quelle di un concime organo-minerale, così come definito dalla norma sui fertilizzanti. Vista la natura dell'ingestato si ritiene che alcune frazioni del digestato possano prestarsi anche alla complessazione di meso o microelementi. - Utilizzazione agronomica dei residui della digestione anaerobica. Per la valutazione delle proprietà fertilizzanti del digestato saranno realizzate prove su piante di agrumi ornamentali o su portinnesti in contenitore. - Individuazione delle norme nazionali e regionali per l'impiego come ammendante in agricoltura del digestato; valutazione economica relativa alla disponibilità dell'imprenditore agricolo a pagare il digestato, inteso come ammendante per i suoli. 	
WP4: Bioraffinerie integrate in cicli produttivi agroalimentari		<u>Daniele Pochi</u> – CREA-ING
Task 4.1: Idrolizzati enzimatici a basso tenore di azoto e di inibitori da biomassa lignocellulosica per la filiera del biodiesel di II generazione	L'obiettivo generale è verificare la possibilità di produrre SCO da biomasse lignocellulosiche opportunamente pretrattate e idrolizzate. Gli obiettivi specifici riguardano 1) la messa a punto di protocolli di pretrattamento e idrolisi di biomasse lignocellulosiche, per l'ottenimento di idrolizzati a basso tenore di azoto e di inibitori; 2) la verifica dell'idoneità degli idrolizzati per la produzione di SCO attraverso valutazione delle rese in olio con MO selezionati (funghi e lieviti).	<u>Stefania Galletti</u> - CREA-CIN Enrico Ceotto - CREA- CIN
Task 4.2: SCO (Single Cell Oils) da scarti agroalimentari per biodiesel e biolubrificanti	Obiettivo della ricerca è l'individuazione dei ceppi microbici e delle condizioni tecnologiche ottimali di conduzione del processo fermentativo finalizzato a produrre SCO da biomasse microbiche cresciute su effluenti dell'agroindustria come substrati di crescita, finalizzando in particolare la ricerca all'ottenimento di oli con le specifiche caratteristiche qualitative richieste per l'utilizzo come	<u>Laura Bardi</u> -CREA- RPS

	<p>lubrificanti o combustibili. Si intende in tal modo perseguire il massimo valore aggiunto possibile dal processo e fornire una nuova tecnologia che, inserita in filiere agroalimentari ed agroindustriali, utilizzandone i reflui di origine ad un nuovo co-prodotto.</p>	
<p>Task 4.3: Valutazione di colture oleaginose non alimentari per l'autoproduzione di biocarburanti e/o lubrificanti nei trattori ed in altri utilizzi agricoli</p>	<p>L'obiettivo generale di questa task è la definizione e lo studio di due filiere di chimica verde basate su altrettante colture oleaginose, al fine di valutare potenziali utilizzi dell'olio e dei coprodotti (essenzialmente le farine residue di disoleazione). Tale obiettivo generale sarà perseguito attraverso obiettivi specifici: Obiettivo 1. Reperimento, produzione ed estrazione di semi ad alto contenuto in acido erucico (<i>Crambe abyssinica</i> Hochst), alto contenuto in acido oleico (<i>Carthamus tinctorius</i> L.). Definizione delle principali caratteristiche tribologiche e caratterizzazione degli oli tal quali o dopo modificazioni chimiche. Gli oli di crambe e cartamo, infatti, potranno subire processi di purificazione, raffinazione e frazionamento di sostanze grasse a livello pilota e a livello di laboratorio di idrogenazione selettiva (con procedura brevettata) degli acidi grassi con doppi e tripli legami al fine di migliorarne la stabilità ossidativa e conseguentemente le performance sia come biocarburanti che come lubrificanti/oleanti. Tali prodotti saranno valutati in diversi settori quali fluidi idraulici, oli per la trasmissione (in collaborazione con la scheda CREA-ING ed in agricoltura per la difesa e la gestione delle colture agrarie). Obiettivo 2. Caratterizzazione e studi per la valorizzazione dei pannelli residui di disoleazione di crambe e cartamo tal quali o in seguito a semplici sistemi di frazionamento e/o separazione, per la definizione di nuovi bio-prodotti di interesse industriale o agricolo, aspetto fondamentale per i bilanci economici ed ambientali delle due filiere.</p>	<p><u>Luca Lazzeri</u> - CREA-CIN</p> <p>Nerio Casadei - CREA-CIN</p> <p>Susanna Cinti - CREA-CIN</p> <p> Lorena Malaguti - CREA-CIN</p>

<p>Task 4.4: Valutazione sperimentale dell'attitudine di oli "bio-based" all'utilizzo sulle macchine agricole per ridurre l'impatto dei lubrificanti sull'ambiente</p>	<p>L'obiettivo generale della task è la valutazione delle prestazioni di oli a base vegetale utilizzati come lubrificanti di trasmissioni e/o per l'azionamento di impianti oleodinamici, in comparazione con i lubrificanti tradizionali (minerali e di sintesi), ai fini dell'introduzione dei primi nei processi produttivi agricoli. Lo studio si articolerà nella messa a punto di un banco prova e di una metodologia di prova per l'esecuzione di test specifici per valutare che ciascun bio-lubrificante possenga caratteristiche equivalenti ai lubrificanti tradizionali, sia all'inizio della sua vita (da nuovo), sia dopo periodi di utilizzo in condizioni gravose di lavoro, onde verificare che le proprietà lubrificanti si conservino nel tempo.</p> <p>Obiettivi specifici</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizzazione sistema di prova e valutazione - Sulla base delle esperienze in corso in seno al progetto BIT3G, sarà completata la realizzazione dei sistemi di prova e valutazione funzionale, operativa ed analitica degli oli a base vegetale per trattori agricoli. Il banco prova e la metodologia di prova dovranno consentire di sottoporre i prodotti a condizioni di lavoro rappresentative della realtà operativa. Le analisi fisico-chimiche forniranno i riscontri necessari a valutare la risposta dei prodotti alle condizioni di stress e quindi rilevarne l'attitudine all'impiego. I cicli di prova compressi consentiranno di provare più prodotti in tempi contenuti indicando quelli idonei alla sperimentazione sui trattori. - Prove oli a base vegetale di tipo UTTO (Universal Transmission Tractor Oil) di produzione industriale. Gli oli UTTO svolgono una duplice funzione: 1) lubrificano le trasmissioni ed altri organi in bagno d'olio (freni, frizioni); 2) consentono il funzionamento dell'impianto idraulico del trattore. Sono diffusi sulla quasi totalità dei trattori fino a 180-200kW di potenza e su gran parte dei trattori di potenza superiore 	<p><u>Daniele Pochi</u> - CREA-ING</p> <p>Roberto Fanigliulo - CREA-ING</p> <p>Mauro Pagano - CREA-ING</p> <p>Francesco Gallucci - CREA-ING</p> <p>Alberto Assirelli - CREA-ING</p>
<p>WP5: Realizzazione impianti sperimentali, dimostrazioni e divulgazione</p>		<p><u>Francesco Gallucci</u> - CREA-ING</p>

<p>Task 5.1: Dimostrazione e divulgazione sull'uso della biomassa da piantagioni dedicate e da formazioni forestali di prossimità territoriale</p>	<p>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:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. 	<p><u>Giulio Sperandio</u> - CREA-ING</p> <p>Vincenzo Civitarese - CREA-ING</p> <p>Mauro Pagano - CREA-ING</p> <p>Marco Fedrizzi CREA-ING</p> <p>Enrico Santangelo - CREA-ING</p> <p>Francesco Gallucci - CREA-ING</p> <p>Stefano Verani - CREA-PLF</p> <p>Giuseppe Pignatti - CREA-PLF</p> <p>Giovanni Mughini CREA-PLF</p>
<p>Task 5.2: Produzione dimostrativa di pellet su piccola scala per la valorizzazione della biomassa di diversa origine</p>	<p>L'obiettivo generale della Task è quello di valorizzare materiali lignocellulosici di varia natura, facilmente reperibili sul territorio, attraverso la promozione di un modello dimostrativo di produzione di pellet su scala aziendale. Il modello, da implementare presso il CREA-ING di Monterotondo, sarà basato sui principi della sostenibilità tecnica, economica ed energetica.</p> <p>L'attività verrà sviluppata in relazione ai seguenti obiettivi specifici:</p>	<p><u>Vincenzo Civitarese</u> - CREA-ING</p> <p>Mauro Pagano - CREA-ING</p> <p>Giulio Sperandio - CREA-ING</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - individuazione dei sistemi ottimali di pretrattamento termico della biomassa per la riduzione del contenuto di umidità del prodotto da impiegare nella successiva fase di pellettizzazione; - pellettizzazione ed eventuale produzione di bricchetti da biomasse di diversa origine, anche da produzioni biologiche certificate, ottenibile da singole specie/provenienze e individuazione di miscele di biomassa maggiormente rispondenti ad elevati standard qualitativi, per una migliore valorizzazione finale del prodotto; - valutazione delle potenzialità di produzione del pellet e di bricchetti e relativa analisi qualitativa per tipologia di biomassa d'origine e distribuzione territoriale (biomassa forestale, residui di potatura agricola, piantagioni dedicate, verde urbano); - valutazione della sostenibilità economica ed energetica del processo produttivo di pellettizzazione e dell'eventuale produzione di bricchetti per tipologia di biomassa impiegata. 	<p>Roberto Tomasone CREA-ING</p> <p>Marcello Biocca - CREA-ING</p> <p>Enrico Santangelo - CREA-ING</p> <p>Marco Fedrizzi - CREA-ING</p> <p>Corrado Costa - CREA-ING</p> <p>Alberto Assirelli - CREA-ING</p> <p>Francesco Gallucci - CREA-ING</p> <p>Stefano Verani - CREA-PLF</p> <p>Giuseppe Pignatti - CREA-PLF</p>
<p>Task 5.3: Verifica della fattibilità del recupero di biomasse erbacee per impianti dimostrativi a biogas</p>	<p>L'obiettivo principale della presente Task è quello di sviluppare sistemi innovativi per permettere l'utilizzo di quelle biomasse agricole di scarto che attualmente non sono utilizzate allo scopo di incrementare la disponibilità di biomasse fermentescibili e la riduzione di superfici coltivate per l'alimentazione di impianti a biogas.</p>	<p><u>Luigi Pari</u> - CREA-ING</p> <p>Enrico Santangelo - CREA-ING</p>

<p>Task 5.4: Sistema innovativo per la valorizzazione agricola del digestato</p>	<p>La proposta progettuale indicata nella presente Task si propone di sviluppare soluzioni tecnologiche in grado di risolvere le problematiche legate ad un completo riutilizzo agronomico del digestato come importante fonte fertilizzante. L'innovazione tecnologica prevede la costituzione di sistemi di accumulo posti in campo e removibili abbinati a manichette innovative per lo spandimento in campo, durante i mesi estivi.</p>	<p><u>Luigi Pari</u> - CREA-ING Francesco Gallucci - CREA-ING Massimo Brambilla - CREA-ING Claudio Fabbri - CRPA</p>
<p>Task 5.5: Innovazione, dimostrazione e divulgazione della qualità del pellet</p>	<p>L'obiettivo generale della Task, in collaborazione con ENAMA, è la caratterizzazione multi-sensore di materie prime e pellet da esse derivati per una valutazione qualitativa del processo di produzione e dei prodotti finiti. A tal fine verranno sviluppate tecniche ed effettuate analisi distruttive e non delle materie prime di differente origine (materiali / provenienze) e del pellet da esse derivati per qualificare e tracciare il prodotto. La attività è proposta in conformità ed a supporto di quanto previsto dal paragrafo 1.2 del progetto esecutivo "ENERGIA dall'Agricoltura - ENAGRI" che specifica come gli esperti dei due enti collaboreranno in diversi settori tra i quali quello della certificazione dei biocombustibili (in riferimento alle norme EN e le ISO) per lo sviluppo di tecnologie a supporto delle filiere agro-energetiche, la riduzione dell'impatto ambientale e l'aumento della redditività aziendale.</p> <p>A tal fine l'attività verrà sviluppata in quattro linee principali:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sviluppo e/o valutazione di metodi indiretti di stima delle proprietà chimico-fisiche delle materie prime e pellet da esse derivati; 2. Sviluppo e/o valutazione di modelli e tecniche per la qualificazione e la provenienza delle materie prime; 3. Valutazione economica sull'introduzione di tecnologie di tracciabilità elettronica (RFID) nella filiera del pellet ed in relazione alla certificazione; 	<p><u>Corrado Costa</u> – CREA-ING</p>

	4. Azioni di dimostrazione e di divulgazione dei risultati. È prevista la collaborazione con ENAMA.	
Task 5.6: Centro dimostrativo CREA-ING: Filiera energetica biomasse biogas/biometano: Utilizzo della biomassa e qualità delle emissioni dei sistemi di combustione nell'utilizzo del biogas/biometano, syngas e della biomassa	<p>L'obiettivo generale della task è la realizzazione di un centro dimostrativo che tenga conto del D.M. sulle Energie rinnovabili (n. 28 del 6 luglio del 2012) che ha come cuore l'impianto di microgenerazione da 350 kWt (acqua calda a 80÷90°C per il teleriscaldamento), con produzione di EE (25 kW_e) mediante un turbogruppo a vapore. Inoltre l'impianto è dotato di scambiatore di calore fumi/aria per la produzione di aria calda ad alta temperatura che può essere utilizzata per l'essiccazione della biomassa in ingresso. L'impianto è anche in grado di produrre vapore saturo fino a 1.2 MPa (circa 199°C).</p> <p>Il laboratorio LAS-ER-B annesso all'impianto è indispensabile per la determinazioni delle caratteristiche chimico fisiche della biomassa in ingresso e il rilievo dei microinquinanti organici al camino dell'impianto a biomasse e allo scarico dei cogeneratori alimentati a biogas/biometano.</p>	<p><u>Francesco Gallucci</u> - CREA-ING</p> <p>Luigi Pari - CREA-ING</p> <p>Corrado Costa - CREA-ING</p> <p>Daniele Pochi - CREA-ING</p> <p>Claudio Fabbri - CRPA</p>
Task 5.7: Sistemi dimostrativi per la produzione di biogas da prodotti derivati contaminati da micotossine	<p><i>Linea 1:</i> Quantificare e caratterizzare gli strati flottanti e sedimentabili (entità, caratteristiche chimico-fisiche, velocità di formazione) in digestati prelevati in diversi impianti di digestione anaerobica alimentati con diverse tipologie di biomasse al fine della messa a punto di sistemi ottimizzati di miscelazione e impianti ottimizzati per il trattamento del digestato ai fini del suo uso fertilizzante.</p> <p><i>Linea 2:</i> Valutare il comportamento e l'eventuale abbattimento delle micotossine introdotte con prodotti e sottoprodotti cerealicoli contaminati in digestione anaerobica, con riferimento alle micotossine più diffuse come, ad esempio, aflatoxine (AFB1 e AFB2), fumonisine (FB1+FB2), deossivalenolo (DON); Valutare l'effetto della successiva fase di stoccaggio del digestato</p>	<p><u>Claudio Fabbri</u> - CRPA</p> <p>Lorella Rossi - CRPA</p> <p>Gabriella Aureli - CREA-QCE</p> <p>Salvatore Moscaritolo - CREA-QCE</p> <p>Angela Iori - CREA-QCE</p>

	<p>contaminato da micotossine sulla eventuale ulteriore azione di riduzione indotta dall'attività microbiologica residua presente;</p> <p><i>Linea 3:</i> Verificare gli effetti del processo biologico di digestione anaerobica a partire da biomasse agro-zootecniche diverse condotto in condizioni termometriche diverse (mesofilia e termofilia) sulla evoluzione delle specie batteriche del genere <i>Clostridium</i>. Verificare il rischio di sviluppo in digestione anaerobica di forme patogene di Clostridi in relazione a piani di alimentazione diversi e a regimi termometrici diversi.</p> <p><i>Linea 4:</i> Proporre una soluzione sostenibile ed efficace per lo sfruttamento a fini energetici, mediante produzione di biogas, di materie prime a base di frumento e suoi derivati, non utilizzabili ai fini dell'alimentazione umana o animale in quanto non conformi alla normativa vigente, per limiti fissati o raccomandati, riguardo al contenuto in micotossine. L'ottimizzazione di questo processo potrà offrire una soluzione conveniente e sostenibile per l'utilizzazione del digestato a ridotto contenuto di micotossine come ammendante agricolo oppure, in alternativa, l'impiego dello stesso, considerevolmente ridotto in quantità, da destinare alla gassificazione/ combustione con ulteriore ricavo energetico in termini di produzione di gas o calore.</p>	
<p>Task 5.8: Centro dimostrativo per la produzione aziendale di biogas e biometano e l'utilizzo in motorizzazioni sperimentali (gruppi elettrogeni, trattrici)</p>	<p>L'obiettivo generale della task è la realizzazione di un centro dimostrativo dell'applicabilità, nell'azienda agricola, della tecnologia innovativa basata su digestore a due stadi, per la produzione di energia e il miglioramento del bilancio energetico dell'azienda stessa.</p> <p>Il centro dimostrativo consisterà di tre elementi principali: la prima è l'impianto a due stadi che sarà messo a punto nella task 3.3; il secondo elemento sarà costituito da un impianto upgrading utile al miglioramento del combustibile che andrà ad alimentare la cogenerazione, riguardante il terzo ed ultimo elemento, basata su un</p>	<p><u>Daniele Pochi</u> - CREA-ING</p> <p>Roberto Fanigliulo - CREA-ING</p> <p>Francesco Gallucci - CREA-ING</p>

	<p>motore a scoppio modificato per essere alimentato con bio-metano purificato o in miscela con bio-idrogeno.</p>	
<p>Task 5.9: Organizzazione e archiviazione risultati trasferibili. Formazione, trasferimento partecipato delle conoscenze. Focus group</p>	<p>La partecipazione di più Strutture di ricerca alle attività progettuali e le conseguenti azioni a carattere multidisciplinare che ne derivano, consente sul fronte dell'innovazione e del trasferimento della conoscenza in ambito agricolo e forestale, non solo di produrre e mettere a disposizione delle imprese risultati e innovazioni trasferibili per specifici comparti o contesti produttivi ma anche di contribuire con risultati puntuali e con tecniche sperimentali e metodiche innovative, ma anche di contribuire a sostenere la competitività dei principali comparti produttivi coinvolti e oggetto delle diverse attività progettuali.</p> <p>La possibilità di offrire conoscenze innovative non implica però che la capacità di innovare da parte delle imprese sia immediato e automatico. È importante quindi creare e consolidare un sistema a rete che tenga conto e crei la giusta interazione tra i soggetti che a vario titolo hanno competenza in materia quali, le Strutture di ricerca, Regione, Servizi e imprese, che siano in grado di far circolare le informazioni secondo schemi ben definiti, organizzare di conseguenza l'offerta delle innovazioni prodotte e attivare il trasferimento tecnologico.</p> <p>Oltre alla produzione di innovazione importanti sono quindi i mezzi con i quali l'innovazione viene veicolata al mondo produttivo. Attraverso il sistema Agritrasfer, l'Ente è in grado di impostare e organizzare anche con la collaborazione diretta di tutti gli stakeholder, un sistema di trasferimento delle conoscenze acquisite attraverso le attività di ricerca, attivando una comunicazione diretta con i predetti soggetti. Si tratta di utilizzare gli strumenti e le metodologie innovative disponibili in Agritrasfer (organizzazione degli archivi risultati e innovazioni, predisposizione di pacchetti tematici di risultati, uso di una piattaforma e-learning attraverso la quale ricercatori, tecnici regionali e altri portatori di interesse</p>	<p><u>Daniele Lolletti</u> - CREA-AC</p> <p>Letizia Pompili CREA-AC</p> <p>Corrado Lamoglie CREA-AC</p> <p>Tullio Tomasi CREA-AC</p>

	approfondiscono alcune problematiche di settore, definiscono le esigenze e le priorità di innovazioni, ma anche di nuova ricerca applicata, e individuano le modalità e la rispondenza applicativa dei risultati prodotti dalla ricerca e sperimentazione agraria rispondenti alle esigenze manifestate).	
--	---	--

2.9 Durata del progetto

Si propone che il progetto abbia durata 5 anni (60 mesi).

L'intera articolazione temporale delle attività progettuali è stata ipotizzata estendersi su tale arco temporale.

2.10 Articolazione temporale delle attività sulle task (Gantt)

WP	Task	QUADRIMESTRI														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
WP0	Task 0.1															
WP1	Task 1.1															
	Task 1.2															
	Task 1.3															
	Task 1.4															
	Task 1.5															
	Task 1.6															
	Task 1.7															
	Task 1.8															
	WP2	Task 2.1														
Task 2.2																
Task 2.3																
Task 2.4																
Task 2.5																
Task 2.6																
WP3	Task 3.1															
	Task 3.2															
	Task 3.3															
	Task 3.4															
	Task 3.5															
	Task 3.6															
WP4	Task 4.1															
	Task 4.2															
	Task 4.3															
	Task 4.4															
WP5	Task 5.1															
	Task 5.2															
	Task 5.3															
	Task 5.4															
	Task 5.5															
	Task 5.6															
	Task 5.7															
	Task 5.8															
	Task 5.9															

2.11 Indicatori di verifica progettuale e loro applicazione

Attraverso il coordinamento del progetto e il WP e task board saranno sviluppati le seguenti azioni (indicatori) di verifica:

- riunioni coordinamento semestrali tra tutti i WP e task leader;
- riunioni coordinamento semestrali entri ciascun WP con i partecipanti delle task;
- incontri singole UUOO;
- convegni presentazioni risultati, con cadenza annuale a partire dal secondo anno;
- atti coordinamento amministrativo;
- realizzazione e aggiornamento costante sito web;
- stati di avanzamento attraverso inoltro e pubblicazione online della reportistica sintetica complessiva di tutto il progetto.

L'intera documentazione di verifica sarà a disposizione dell'Ente finanziatore e/o del tutor/commissione di valutazione del progetto stesso.

Data la complessità progettuale e l'estensione temporale, al fine di evitare progressivi scollamenti tra la ricerca e le politiche del settore, sarà posta particolare attenzione alla relazione attiva e

continuativa con l'Ente finanziatore (Dirigenti e funzionari preposti), attraverso contatti personali e scritti (email) per:

- chiarire eventuali dubbi o incertezze in ambito amministrativo;
- verificare l'aderenza degli indirizzi di ricerca con le politiche di settore specifiche operando eventualmente adattamenti progettuali;
- recepire le istanze dei tavoli tecnici e/o portatori di interesse, attori del sistema.

2.12 Risultati attesi e benefici del progetto

Per quanto riguarda i risultati attesi dal progetto in generale si cercherà di ridurre la dipendenza da fonti fossili nel settore delle energia, attraverso risparmio energetico e produzione, e di incentivare l'impiego delle materie prime rinnovabili. Necessità sancita a livello europeo dalla Direttiva 2009/28/EC, che richiede l'individuazione di soluzioni di prodotto e di processo innovative, efficienti ed ambientalmente sostenibili.

Il WP0 come risultato si pone quello di diventare un punto di riferimento di guida sia nei confronti dei WP leader che dei Task leader, mantenendo i rapporti con l'Ente finanziatore e accertandosi che tutte le parti interessate siano coinvolte nel progetto e adeguatamente rappresentate nella struttura organizzativa di progetto.

I risultati che si attendono dal WP1 riguardano il migliorare e lo sviluppare l'efficientamento energetico delle macchine e delle strutture agricole sia attraverso programmi innovativi (come l'agricoltura digitale di precisione, lo sviluppo di algoritmi avanzati per la stima dei consumi) che migliorativi delle caratteristiche e delle performance della componentistica di base (ad es.: pneumatici, trasmissioni ecc...).

Nello specifico riguardano:

- incentivare il passaggio a linee di meccanizzazione che abbiano dimostrato sostenibilità ambientale ed economica;
- migliorare l'efficienza tecnico-economica riducendo il consumo di gasolio;
- conseguire la sostenibilità delle produzioni tramite innovazioni a basso impatto ambientale;
- ridurre i costi e migliorare la qualità del prodotto.
- incentivare il passaggio dall'uso di combustibili fossili a fonti energetiche rinnovabili;
- migliorare l'efficienza tecnico-economica nell'impiego di risorse energetiche alternative per le diverse tipologie aziende agricole;
- fornire indicazioni concrete sulle operazioni meccaniche automatizzabili in diversi cicli colturali con le tecnologie disponibili ed il quadro normativo vigente;
- riduzione dei mezzi tecnici utilizzati operando interventi mirati e circoscritti;
- incentivare la sensibilità degli operatori all'utilizzo di tecniche o macchine più efficienti nell'uso dei combustibili fossili e nella riduzione delle emissioni di gas serra;
- migliorare la disponibilità di strumenti analitici per l'analisi preventiva dei costi economici delle operazioni colturali in agricoltura e selvicoltura;
- favorire nelle imprese un uso più razionale e sostenibile dell'energia e delle risorse incoraggiando gli investimenti e le ristrutturazioni dei parchi macchine aziendali;
- ridurre i costi e migliorare la qualità;
- mettere in atto sperimentazioni di campo con diversi livelli di intensità delle applicazioni tecnologiche di agricoltura di precisione e mettere a disposizione i risultati operativi attivando diffuse azioni dimostrative e formative;
- messa a punto di sistemi irrigui sito-specifici moderni ed efficienti in grado di distribuire l'acqua ed eventuali elementi nutritivi in modo mirato e per settori ben definiti sulle principali colture agrarie sia erbacee sia arboree;
- messa a punto di uno o più strumenti che permettano ai produttori di orticole in coltura protetta di effettuare scelte in merito a materiali, colture, gestione delle operazioni colturali in modo

tale da ottimizzare/ridurre il fabbisogno energetico della struttura produttiva nel raggiungimento della migliore qualità merceologica del prodotto;

- migliorare l'efficienza tecnico-economica nell'impiego di risorse energetiche alternative per le diverse tipologie di serre e colture;
- conseguire la sostenibilità delle produzioni florovivaistiche tramite innovazioni a basso impatto ambientale.

Per quanto riguarda i risultati attesi del WP2 questi riguardano in generale, l'ottenimento di biomasse lignocellulosiche per gli impianti termochimici ad un costo minore e con impatti sul territorio migliori rispetto alle disponibilità attuali, regolando accuratamente molti parametri e introducendo innovazioni e/o l'utilizzo di nuove soluzioni tecniche. Nello specifico dal WP2 ci si aspetta di:

- fornire indicazioni concrete sulla possibilità applicativa di sistemi di separazione e condizionamento delle biomasse residuali su mietitrebbiatrici;
- fornire indicazioni concrete sulla possibilità applicativa di sistemi di trattamento/compattamento delle biomasse residuali su potature;
- fornire indicazioni concrete sulla possibilità applicativa di sistemi di trattamento/compattamento delle biomasse residuali forestali;
- acquisire importanti informazioni su un sistema colturale finora poco studiato: il canneto a doppia raccolta con tagli estivi;
- valutare il cardo mariano come coltura multifunzionale per la produzione di bioenergia in condizioni di ridotti input colturali utilizzando tecniche agronomiche conservative;
- valorizzare le biomasse lignocellulosiche ad un prezzo nettamente più interessante;
- disporre di un prodotto, direttamente confezionato in campo, pronto ad essere stoccato e conservato e, previa idonea disidratazione, essere avviato alla commercializzazione;
- applicare sistemi e mezzi di lavoro atti a garantire in termini tecnico-economici ed energetici il recupero di residui delle utilizzazioni forestali, da impiegare per scopi energetici, di piantagioni di eucalipto e di conifere;
- fornire elementi utili alla eventuale modifica o ridefinizione del quadro normativo, che consenta il definitivo inquadramento della biomassa lignocellulosica di origine urbana come sottoprodotto e non rifiuto;
- realizzare nuove conoscenze e strumenti cartografici in formato digitale di modelli pedologici rappresentativi dei suoli e delle loro qualità relative all'intero territorio italiano.

Il WP3 attende di massimizzare l'utilità economica degli impianti sperimentando sistemi che: riducano i tempi di ritenzione dei substrati con conseguente riduzione dell'investimento iniziale, aumentino, a parità di volume di reattore, la produzione di metano di circa il 25 % e producano una discreta quantità di idrogeno, per produrre un biogas ancor più ricco e contribuiscano ad avviare la cosiddetta "economia dell'idrogeno".

Nello specifico i risultati attesi riguardano:

- l'utilizzo esclusivo di residui e/o scarti agrozootecnici invece che colture energetiche per la produzione di biogas;
- lo sviluppo di una procedura ottimizzata per la produzione di inoculi;
- lo sviluppo di un impianto pilota in grado di produrre inoculi;
- l'installazione e messa in funzione di impianto pilota bi-stadio per la produzione di idrogeno e metano;
- l'individuazione delle componenti biotiche coinvolte nella risposta produttiva di cereali osservato nei suoli ammendati con digestati da impianti di biogas;
- l'individuazione delle componenti biotiche positive e negative nei fragoletti ammendati con digestati per la messa punto di un management orientato all'incremento della *soil suppressiveness*;

- l'identificazione delle popolazioni microbiche con impatto positivo sulla crescita e qualità delle colture che possono essere incrementate con i digestati da produzione di biogas;
- la caratterizzazione dei biodigesti e l'individuazione delle materie di partenza che assicurino prodotti con una migliore efficienza agronomica;
- l'individuazione di biodigesti che mostrino proprietà biostimolanti sulla crescita della pianta;
- l'ottimizzazione delle concentrazioni di alcune biomasse residuali come il pastazzo e la sansa nelle diete degli impianti di digestione anaerobica e verifica della possibile distribuzione meccanica del digestato in colture arboree mediterranee.

Il WP 4 ha come risultato atteso quello di sviluppare nuove soluzioni di processo (smart-technologies) originali ed innovative per la produzione di bio-based e di valutare i prodotti da colture oleaginose non alimentari che le rendono idonee all'autoproduzione aziendale di biocarburanti. Nello specifico ci si attende di:

- arrivare a definire protocolli di pretrattamento e idrolisi di biomasse lignocellulosiche, per l'ottenimento di idrolizzati a basso tenore di azoto e di inibitori, idonei alla produzione di SCO;
- produrre biocombustibili e biolubrificanti per via biotecnologica da biomasse microbiche può contribuire a ridurre il problema del consumo di SAU per usi non-food;
- sviluppare studi per la produzione biocarburanti e biolubrificanti da colture oleaginose dedicate per una utilizzazione nel settore agricolo;
- valorizzare delle farine residue di disoleazione tramite alcune applicazioni come mezzi tecnici per l'agricoltura;
- messa a punto di un sistema di prova completo per la determinazione, in fase pre-campo, delle prestazioni di oli destinati alla lubrificazione di trasmissioni e all'azionamento di impianti oleodinamici, singolarmente e in combinazione.

Il WP5 infine si attende di realizzare impianti sperimentali, che nel corso degli anni del progetto verranno affiancati da azioni dimostrative e divulgative, di diversa origine e funzionalità, come per esempio un impianto di microfiliera energetica sviluppata su scala territoriale ed un centro dimostrativo all'interno del CREA-ING di Monterotondo, che tenga conto del nuovo D.M. sulle Energie rinnovabili (n.28 del 6 luglio 2012 in vigore dal 01/01/2013) che favorisce i piccoli impianti di microgenerazione.

In particolare ci si attende di:

- fornire indicazioni concrete sui livelli di rese produttive di biomassa per tipologia di impianto e ciclo colturale;
- fornire uno strumento di supporto su base GIS per la gestione dei flussi di biomassa della filiera agroenergetica su piccola scala;
- realizzare un sistema autonomo di produzione di pellet da biomassa di diversa origine;
- fornire utili indicazioni sulle reali potenzialità produttive, in termini di biomassa ottenibile dalla gestione della vegetazione ripariale, con particolare riferimento alla canna comune (*Arundo donax* L.);
- valorizzare uno "scarto" di lavorazione, con produzione di energia e recupero parziale dei costi di gestione dei reflui zootecnici;
- estrarre modelli matematici applicativi per la stima indiretta delle proprietà chimico-fisiche del pellet e per la qualificazione, valutazione delle provenienze e processi produttivi del pellet stesso;
- organizzare giornate dimostrative, workshop e incontri tematici per presentare il centro dimostrativo all'interno del CREA-ING;
- caratterizzare gli strati flottanti e sedimentabili di digestati prelevati in diversi impianti di digestione anaerobica alimentati con diverse tipologie di biomasse al fine della messa a punto di

sistemi ottimizzati di miscelazione e impianti ottimizzati per il trattamento del digestato ai fini del suo uso fertirriguo;

- valutare il comportamento e l'eventuale abbattimento delle micotossine introdotte con prodotti e/o sottoprodotti derivati da cereali contaminati in digestione anaerobica;
- valutare la successiva fase di stoccaggio del digestato contaminato da micotossine sulla eventuale ulteriore azione di riduzione indotta dall'attività microbiologica residua presente.
- valutare gli effetti del processo biologico di digestione anaerobica a partire da biomasse agro-zootecniche diverse condotto in condizioni termometriche diverse (mesofilia e termofilia) sulla evoluzione delle specie batteriche del genere Clostridium;
- mettere a punto una soluzione sostenibile ed efficace per lo sfruttamento a fini energetici, mediante produzione di biogas, di materie prime a base di frumento e suoi derivati, non utilizzabili ai fini dell'alimentazione umana o animale in quanto non conformi alla normativa vigente;
- realizzare e mettere in funzione l'impianto dimostrativo di digestore a due stadi;
- sistematizzare le informazioni e la divulgazione dei contenuti delle ricerche del progetto, per rendere agevole e fluido il rapporto fra ricerca, agricoltura e società civile.

2.13 Diffusione e Valorizzazione dei risultati

La diffusione e la valorizzazione dei risultati del presente progetto sarà organizzata e sviluppata attraverso tre distinti livelli, fortemente interconnessi e correlati:

- 1) azioni di carattere generale relative principalmente alla diffusione e disseminazione inerente l'intero progetto:
 - a) le azioni riguarderanno principalmente il coordinamento (WP0) e saranno sviluppate attraverso attività continue (sito web costantemente aggiornato) e discontinue (visite, convegni, seminari, pubblicazioni scientifiche e divulgative);
 - b) si prevede di organizzare almeno un evento divulgativo generale ogni due anni e una conferenza finale per la divulgazione dei risultati dell'intero progetto;
- 2) azioni più specificamente tematiche: relative principalmente agli argomenti trattati a livello di WP:
 - a) in questo caso tali azioni potranno riguardare sia il coordinamento sia i WP leader o loro sostituti attraverso varie attività (visite, incontri, convegni, seminari, pubblicazioni divulgative o scientifiche, ecc.);
 - b) in particolare, il WP 5 potrà svolgere una attività pressoché continua di divulgazione, disseminazione e trasferimento dei risultati e delle conoscenze in funzione dei suoi specifici obiettivi;
- 3) Azioni specifiche per task/linea/ricercatore: ciascuna task prevede delle proprie e specifiche attività di divulgazione e valorizzazione dei risultati già evidenziate nelle schede:
 - a) sarà posta attenzione ad un coordinamento delle attività specifiche di divulgazione (ad esempio creando un repository delle pubblicazioni ottenute grazie al finanziamento del progetto) e anche alla preventiva divulgazione sul sito del progetto e altri importanti siti (es. CREA) delle azioni a carattere pubblico (seminari, convegni di settore, ecc);
 - b) sarà anche stimolata l'attività di dimostrazione e trasferimento tecnologico attraverso l'organizzazione di eventi dedicati presso le sedi (aziendali) del CREA o altre strutture;
 - c) alcune azioni dimostrative potranno essere inserite anche all'interno delle manifestazioni di settore di maggior interesse per gli utenti finali sia a livello nazionale che internazionale;
 - d) una attività divulgativa specifica, ma di fondamentale importanza per il progetto e il WP5, è relativa a quanto previsto nella Task 5.9 "Organizzazione e archiviazione

risultati trasferibili. Formazione, trasferimento partecipato delle conoscenze. Focus group”.

2.14 Ostacoli prevedibili ed azioni correttive

In generale, le competenze nel settore delle singole UO partecipanti, e la stretta collaborazione già esistente tra le UO nell’ambito di altri grandi progetti coordinati nel settore della ricerca e sviluppo in ambito del settore nazionale delle agroenergie, garantiscono lo svolgimento delle attività previste nel progetto. Il CREA garantisce un’ampia competenza nel settore di gestione di grandi progetti, sia dal punto di vista amministrativo che sotto il profilo scientifico. Qualora insorgessero problematiche specifiche limitate ad alcune attività puntuali, esse saranno discusse in ambito di coordinamento e risolte, anche con soluzioni alternative ma sempre ricadenti nelle aree di competenza approvate sul progetto. Infine, ostacoli prevedibili e soluzioni previste in dettaglio per le attività di ogni singola task sono opportunamente riportate.

2.15. Competenze e ruolo delle Unità Operative in relazione al progetto

2.15.1 Centro di ricerca per l’agrobiologia e la pedologia (CREA-ABP)

Il CREA-ABP si occupa di valorizzazione e difesa del suolo, dei sistemi agroforestali e delle derrate alimentari dai danni di insetti, acari, nematodi. Prevalentemente l’attività riguarda la caratterizzazione dei processi pedologici, cartografia, degradazione dei suoli, desertificazione, emissione di gas serra, ecologia microbica, diagnosi e difesa da fitofagi e fitoparassiti, biodiversità e qualità ambientale.

2.15.2 Servizio Formazione (CREA-AC)

Il Servizio Innovazione e trasferimento tecnologico effettua un’attività ricognitiva di idee e ritrovati suscettibili di protezione mediante brevetto industriale, modello di utilità o invenzione biotecnologica attraverso l’analisi dei progetti di ricerca presenti in banca dati, dei risultati trasferibili, delle proposte progettuali e contatti diretti con strutture e ricercatori; fornisce supporto operativo alla Commissione brevetti e alla Commissione spin-off curando l’istruttoria degli atti, la predisposizione della documentazione, la redazione e conservazione dei verbali; fornisce supporto agli inventori nelle attività finalizzate alla tutela della proprietà intellettuale, quali le indagini dello stato dell’arte, la redazione delle proposte, la gestione dei rapporti con i mandatari.

2.15.3 Centro di ricerca per l’agrumicoltura e le colture mediterranee (CREA-ACM)

L’attuale piano di ristrutturazione del CREA prevede che il Centro si occupi di genetica, di miglioramento genetico, di tecniche di propagazione, conservazione, selezione e costituzione di nuove varietà di colture tipiche dell’ambiente mediterraneo in particolare agrumi, olivo da tavola e cereali. Inoltre, compie ricerche sulle tecniche colturali per sviluppare metodi di coltivazione sostenibili ed economicamente efficienti; ricerche sulla qualità e salubrità dei frutti e dei prodotti sia per le destinazioni al consumo fresco che per le trasformazioni industriali. Infine studia la resistenza ai fattori avversi in pre e post raccolta, lotta biologica, chimica e integrata dei parassiti e alle malattie infettive.

2.15.4 Centro di Ricerca per le Colture Industriali (CREA-CIN)

Il CREA-CIN si occupa di specie di interesse per l'agro-industria, attuando ricerca integrata nei settori genetico, agro-ambientale e biochimico. Gli obiettivi sono: la costituzione varietale mirata prevalentemente ad aspetti qualitativi e di adattabilità; lo sviluppo di itinerari agrotecnici sostenibili e biologici anche in rapporto a cambiamenti climatici; la produzione di biomateriali; l'isolamento e caratterizzazione di molecole bioattive di origine vegetale.

2.15.5 Centro Ricerche Produzioni Animali s.p.a. (CRPA)

Il CRPA è impegnato in diversi progetti di ricerca applicata, si occupa di migliorare l'impiego dei liquami per le concimazioni, come la qualità delle produzioni alimentari di origine animale.

2.15.6 Unità di ricerca per l'ingegneria agraria (CREA-ING)

Il CREA-ING si occupa dello sviluppo di tecnologie e metodologie inerenti all'ingegneria agraria nei sistemi agricoli e forestali con attività prevalenti nei settori della meccanizzazione agricola, della gestione ambientale, delle tecnologie di post-raccolta e della trasformazione di prodotti e biomasse anche a fini energetici, con particolare riferimento al supporto tecnico-scientifico alle politiche di settore e ai processi di certificazione e armonizzazione normativa.

2.15.7 Centro di ricerca per la produzione delle carni ed il miglioramento genetico (CREA-PCM)

Il CREA-PCM si occupa di genetica per tutte le specie zootecniche (inclusi microrganismi) e di allevamento di bovini, bufalini, equidi e specie minori, inclusa l'acquacoltura, con attività prevalente nei settori della genomica, alimentazione, fisiologia, benessere animale, produzione e trasformazione di carne e latte, soprattutto bufalino, utilizzo dei reflui zootecnici, conservazione della biodiversità. Gestisce l'allevamento nucleo del cavallo Lipizzano (ASCAL).

2.15.8 Unità di ricerca per le produzioni legnose fuori foresta (CREA-PLF)

Il CREA-PLF si occupa delle produzioni legnose fuori foresta per diverse utilizzazioni industriali (legno e prodotti derivati, biopolimeri, energia) con specie a rapido accrescimento (pioppo, salice, robinia, eucalitto), latifoglie nobili (noce, ciliegio) e conifere mediterranee, con particolare attenzione alla salvaguardia della biodiversità. Attività prevalenti: miglioramento genetico, tecniche colturali, difesa ecosostenibile, fitorisanamento, raccolta, tecnologia del legno e valutazione economica delle produzioni.

2.15.9 Unità di ricerca per la valorizzazione qualitativa dei cereali (CREA-QCE)

Il CREA-QCE si occupa della qualità dei prodotti delle filiere cerealicole con attività prevalente nei settori riguardanti gli aspetti tecnologici, nutrizionali, genetici e agronomici, con particolare riferimento allo sviluppo di attività di monitoraggio della qualità merceologica/tecnologica, igienico-sanitaria e degli aspetti fitopatologici delle produzioni cerealicole nazionali e al mantenimento del relativo database.

2.15.10 Centro di ricerca per lo studio delle relazioni tra pianta e suolo (CREA-RPS)

Il CREA-RPS si occupa dei rapporti tra pianta, atmosfera, acqua, suolo e microrganismi nei sistemi agricoli e forestali, con attività nei settori dell'ecologia applicata e della fisiologia vegetale, della conservazione delle risorse genetiche, fertilità e biodiversità dei suoli, cicli biogeochimici, uso dei fertilizzanti, cambiamenti climatici, qualità ambientale e del paesaggio.

2.15.11 Unità di ricerca per i sistemi colturali degli ambienti caldo aridi (CREA-SCA)

Il CREA-SCA si occupa della caratterizzazione e modellizzazione spazio-temporale degli agro-ecosistemi attraverso approccio interdisciplinare con attività prevalenti nel settore agronomico per l'intensificazione sostenibile delle produzioni, la gestione efficiente delle risorse idriche e nutrizionali, la fertilità dei suoli, con particolare riferimento alle relazioni tra cambiamenti climatici, sistemi di coltura, adattamento e mitigazione. Per raggiungere questi obiettivi CREA SCA applica metodi innovativi per analizzare l'ambiente, l'eco-fisiologia delle colture agrarie, gli interventi agronomici, gli scambi di massa ed energia nel continuum terreno-coltura-atmosfera. Per interpretare le interazioni tra questi fattori e le produzioni agrarie, l'UR sviluppa tecniche modellistiche e approcci integrati che includono la dimensione spazio-temporale del territorio.

2.15.12 Centro di Ricerca per la Selvicoltura (CREA-SEL)

Il Centro di ricerca per la selvicoltura si occupa di gestione sostenibile delle foreste, genetica forestale e sistemi agrosilvopastorali, con attività prevalenti nei settori di valorizzazione delle produzioni legnosa e non legnosa, ecologia e dinamica forestale, selezione/miglioramento del germoplasma, con particolare riferimento alla conservazione/miglioramento della multifunzionalità, biodiversità, adattamento delle foreste ai cambiamenti ambientali e capacità di loro mitigazione.

2.15.13 Unità di ricerca per la suinicoltura (CREA-SUI)

Il CREA-SUI si occupa di allevamento dei suini, con attività prevalenti nei settori riguardanti la produzione, l'alimentazione ed il benessere dei suini, la produzione e la qualità delle loro carni con i relativi processi di trasformazione e utilizzo dei sottoprodotti e dei reflui anche ai fini energetici. Si occupa inoltre di valorizzazione della biodiversità delle razze autoctone e delle produzioni biologiche.

2.15.14 Unità di ricerca per il vivaismo e la gestione del verde ambientale ed ornamentale (CREA-VIV)

Il CREA-VIV Pescia si occupa di produzioni vivaistiche, ornamentali, per il verde ambientale e l'arredo urbano, con attività prevalenti nei settori del miglioramento genetico, della produzione sostenibile e del risparmio energetico e con particolare riferimento alle tecniche di coltivazione, propagazione e difesa delle piante.

2.16 Collaborazioni esterne

Durante tutta la durata del progetto avverranno le seguenti collaborazioni esterne (divise per task).

Task 1.4

- Raffaele Spinelli, lavora come Ricercatore TI presso il CNR-IVALSA di Sesto Fiorentino. Laureato in Scienze Forestali presso l'Università della Tuscia nel 1985, ha ricevuto il PhD in Forest Engineering presso l'University College Dublin – National University of Ireland nel 2007, con un'innovativa tesi su un modello informatico per il calcolo dei costi di raccolta nelle piantagioni da biomassa di Eucalyptus. Ha pubblicato 111 articoli su riviste internazionali con IF, ed ha un H-index (scopus) pari a 17. È stato responsabile scientifico per la parte CNR in 15 progetti Europei, e 4 Azioni COST (in due casi è stato Vice-chairman dell'Azione).

- Ente Nazionale per la Meccanizzazione Agricola (ENAMA) è riconosciuto ai sensi del DPR 361/2000 ed è la struttura operativa creata per offrire al settore meccanico agrario un efficace strumento di supporto per una migliore competitività, tecnologia e riconoscimento delle prestazioni

e sicurezza delle macchine agli operatori. A garanzia di imparzialità e di concertazione del mondo agricolo sono le componenti dell'ENAMA: Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Regioni, Assocap, Cia, Coldiretti, Confagricoltura, Unacma, Unacoma, Unima e come struttura operativa il CREA-ING. Problematiche nel settore tra cui ricordiamo le complesse norme di prestazioni, sicurezza, protezione ambientale (UNI, EN, ISO, OCSE, etc) e circolazione stradale delle macchine agricole, la certificazione, le nuove tecnologie applicate, i combustibili agevolati quotidianamente è al servizio del settore. I centri specializzati presso le strutture operative offrono la possibilità di svolgere test e verifiche di ogni tipo dai trattori alle macchine operatrici ed alla componentistica a livello internazionale offrendo anche attestati di altri importanti strutture estere aderenti all'Entam. Nel progetto esecutivo finanziato all'ENAMA dal MiPAAF "Programma per la promozione, lo sviluppo, la ricerca, l'innovazione ed il miglioramento dell'efficienza energetica delle filiere agroenergetiche nazionali – Energia dall'Agricoltura –ENAGRI" (Decreto n.34927 del 9 agosto 2013 si presuppone un'attività congiunta con il CREA (sviluppata in questo progetto AGROENER).

Task 1.5

- Ente Nazionale per la Meccanizzazione Agricola (ENAMA) è riconosciuto ai sensi del DPR 361/2000 ed è la struttura operativa creata per offrire al settore meccanico agrario un efficace strumento di supporto per una migliore competitività, tecnologia e riconoscimento delle prestazioni e sicurezza delle macchine agli operatori. A garanzia di imparzialità e di concertazione del mondo agricolo sono le componenti dell'ENAMA: Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Regioni, Assocap, Cia, Coldiretti, Confagricoltura, Unacma, Unacoma, Unima e come struttura operativa il CREA-ING. Problematiche nel settore tra cui ricordiamo le complesse norme di prestazioni, sicurezza, protezione ambientale (UNI, EN, ISO, OCSE, etc) e circolazione stradale delle macchine agricole, la certificazione, le nuove tecnologie applicate, i combustibili agevolati quotidianamente è al servizio del settore. I centri specializzati presso le strutture operative offrono la possibilità di svolgere test e verifiche di ogni tipo dai trattori alle macchine operatrici ed alla componentistica a livello internazionale offrendo anche attestati di altri importanti strutture estere aderenti all'Entam. Nel progetto esecutivo finanziato all'ENAMA dal MiPAAF "Programma per la promozione, lo sviluppo, la ricerca, l'innovazione ed il miglioramento dell'efficienza energetica delle filiere agroenergetiche nazionali – Energia dall'Agricoltura –ENAGRI" (Decreto n.34927 del 9 agosto 2013 si presuppone un'attività congiunta con il CREA (sviluppata in questo progetto AGROENER).

- Unione Nazionale Impresa di Meccanizzazione Agricola (UNIMA): è l'unione delle Associazioni a cui aderiscono le imprese di meccanizzazione agricola (agromeccaniche) che svolgono l'attività del contoterzismo prevalentemente nel settore dell'agricoltura dell'ambiente e del territorio.

Task 1.6

- Officina Agromeccanica O.N.G. Di Naldoni Domenico, Castel Bolognese (RA) cap 48014, Via VALDRE' 194 – progettazione, realizzazione e sperimentazione di nuove macchine e prototipi per l'agricoltura, realizza attrezzature che sono commercializzate con marchio ONG®. La costante collaborazione con il CREA-ING, CREA-FRU e l'ENAMA, ha portato, ad una produzione di numerosi prototipi di macchine ed attrezzature agricole. Oggi l'azienda, forte di una esperienza maturata negli anni, si pone sul mercato come azienda leader nel settore della produzione di macchine agricole innovative.

- IDROBIT srl, presta servizi nel settore dell'irrigazione di precisione, mediante impiego di centraline "IdroSat" e sistema di gestione intelligente delle risorse idriche. Offre supporto tecnico e logistico alla progettazione e realizzazione di impianti d'irrigazione (sub-irrigazione, aspersione). Effettua test per la messa a punto dei dispositivi per il monitoraggio del gradiente di umidità

presente nel terreno. Fornisce supporto informatico relativo alla gestione delle centraline, dei sensori, del data-logger annessi e per l'acquisizione dei dati in remoto.

- TERRASYSTEM è Spin-off Universitario dal 2010; opera nel settore della geomatica, applicata all'agricoltura di precisione. La struttura è nata nel 2004 dall'idea di ricercatori dell'Università della Tuscia (VT) e del CNR IBIMET (FI). TERRASYSTEM collabora nell'ambito di attività di ricerca nazionali ed internazionali con Università e Enti di Ricerca, con particolare specializzazione nello sviluppo di sensori aerei e tecniche di processamento dati, per applicazioni di ricerca nel settore dell'ingegneria agroforestale ed ambientale; svolge attività di telerilevamento ottico (da aereo o da drone), finalizzata all'acquisizione di immagini termico – multi spettrali e all'elaborazione di indici di vegetazione (tipo NDVI) e mappe di contenuto idrico e stress idrico potenziale. Effettua elaborazione di dati di terra e telerilevati (anche satellitari) attraverso tecniche geostatistiche (e.g. Kriging, IDW, etc.) ha collaborato con società private, enti di ricerca ed Università, tra cui: CREA-VIC, CREA-ENC, CREA-CER, CNR-IBIMET, ENEA, UNITUS, Università di Southampton (UK), Alterra (NL), Università di Strasburgo (FR), Agriconsulting SpA, Litorale SpA, BIC Lazio SpA, SOGESID SpA, Iniziative Industriali Italiane SpA, Stelliferi & Itavex SpA, Assofrutti Srl, Unisky Srl.

Task 2.1

- Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per la valorizzazione del legno e delle specie arboree (CNR-IVALSA).

Task 2.3

- Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per la valorizzazione del legno e delle specie arboree (CNR-IVALSA).

Task 2.6

- Salvatore Luciano Cosentino, Professore ordinario presso l'Università di Catania e direttore del Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A). L'area di ricerca prevalente è incentrata sullo studio dei sistemi culturali tipici per l'ambiente semi-arido mediterraneo con particolare riferimento alle specie da biomassa per energia.

- Andrea Monti, Professore associato di Agronomia Generale e Coltivazioni Erbacee dell'Università di Bologna. Esperienza in colture da bioenergia, life cycle analysis, indicatori agro-ambientali.

Task 3.4

- Markus Kelderer, Centro di Sperimentazione Agraria e Forestale Laimburg (Vadena, Laimburg 6, 39040 Ora (BZ), e-mail: markus.kelderer@provinz.bz.it.

Markus Kelderer si è laureato in Scienze agrarie a Padova (1988), e ha concluso un dottorato di ricerca all'Università di Vienna (Universität für Bodenkultur) nel 2004. Dal 1997 è il coordinatore della sezione di frutticoltura al Centro per la Sperimentazione Agrario e Forestale Laimburg (BZ). È il coordinatore del settore produzioni biologiche al Centro per la Sperimentazione Agrario e Forestale Laimburg (BZ) dal 1992. Dal 2001 svolge lezioni all'Università libera di Bolzano nell'ambito della materia 'Agricoltura biologica'. Ha avuto responsabilità scientifiche e tecniche nell'ambito di commissioni pubbliche del Mipaf (Commissione Difesa in Agricoltura Biologica) e private IFOAM EU (Organic Fruit growing group). È referee di riviste e convegni scientifici e divulgativi: Rivista di frutticoltura, Klosterneuburger Mitteilungen, International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing. È membro di Isofar: International Society of Organic Research. È autore/coautore di ca. 100 pubblicazioni scientifici (molte in riviste con referees) e divulgative.

Task 3.5

- Convenzione “Biodigestati” con Assofertilizzanti-Federchimica per lo studio inerente la caratterizzazione ed il comportamento agronomico di diverse tipologie di biodigestati (attualmente in corso).
- Convenzione con SCAM S.p.A dal titolo “Valutazione dell’effetto di concimazioni organo-minerali sulle popolazioni microbiche di un suolo gestito a vigneto” (SCAM-VITE).

Task 3.6

- È prevista un accordo di programma con il Distretto Produttivo Agrumi di Sicilia e con il Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A) dell’Università degli Studi di Catania.

Task 4.2

- L’Azienda Cascina Fontanacervo (Villastellone, Torino) fornirà gli effluenti necessari per le prove. Le analisi gascromatografiche delle componenti lipidiche cellulari con tipizzazione degli acidi grassi verranno effettuate presso la sede di Milano del CREA-IT.

Task 4.3

- Innovhub – SSI – Divisione SSOG (già Stazione Sperimentale per le Industrie degli Oli e Grassi) (Struttura pubblica, consulenza onerosa) nella persona del Dott. Bondioli che ha sviluppato un’esperienza più che ventennale su tutti gli argomenti del progetto: dalla tecnologia di preparazione delle sostanze grasse, alla raffinazione, alle trasformazioni chimiche necessarie per differenziare prodotti e tipologie d’impiego, alle analisi chimiche e chimico-fisiche utili a classificare i materiali e a seguirli in prove pilota.

Task 4.4

- “Convenzione per attività di ricerca” fra CREA-ING e Dipartimento di Ingegneria - Università degli studi di Roma TRE (linee 1, 2, 4, 5) (Prof. Giancarlo Chiatti e Ing. Fulvio Palmieri
Ambiti di ricerca: Caratterizzazione sperimentale e modellazione dettagliata dei componenti dei sistemi di iniezione; Caratterizzazione sperimentale e modellazione dettagliata di componenti oleodinamici e pneumatici. Gli esperti indicati sono in possesso di specifiche competenze in materia di oleodinamica, trasmissioni e testing di macchine indispensabili per il corretto dimensionamento componenti costitutive del prototipo, per la scelta dei modelli e per la fase realizzativa.
- “Incarico di manutenzione” alla Ditta Carlo Volpi di Monterotondo (linee 1, 2, 4, 5) - Il prototipo sarà ubicato nell’attuale sala prova trattori, integrato con il banco prova esistente. Saranno pertanto necessarie delle verifiche della strumentazione dei sistemi di controllo in atto e la loro integrazione con i nuovi sistemi. La suddetta ditta collabora da tempo con il CREA-ING ed avendo realizzato *ad hoc* gran parte delle catene strumentali impiegate, ne conosce le caratteristiche in relazione alle esigenze delle attività di ricerca e prova svolte dal CREA-ING. Tale collaborazione quindi si tradurrà in un risparmio di tempo e di risorse finanziarie e in una maggiore efficienza operativa.
- “Convenzione a titolo non oneroso” fra CREA-ING e NOVAMONT SpA (linee 4 e 5) (Dott. Paolo Sgorbati, responsabile della produzione dei formulati a base vegetale destinati a sostituire i prodotti tradizionali; Dott.ssa Angela Sagliano, borsista di Ricerca, responsabile dell’attività analitica sugli oli a base vegetale). In base al comune interesse al tipo di attività, NOVAMONT fornirà i propri formulati al CREA-ING che li sottoporrà ai test con il prototipo di banco prova. Ciò costituirà la pratica applicazione del prototipo e della metodologia di prova su esso basata. Da tale attività, NOVAMONT potrà ottenere informazioni sulle prestazioni dei propri formulati, individuando quelli più idonei ad essere introdotti nel ciclo produttivo (su macchine agricole)
- Infine, nel quadro di una “Convenzione a titolo non oneroso” già in atto fra CREA-ING e l’Istituto per l’Inquinamento Atmosferico del CNR (prot. CNR n. 369 del 003/02/2015), (Dott.

Ettore Gerriero, esperto di analisi chimiche) sarà avviata una collaborazione per la messa a punto di quanto necessita per le attività analitiche nel laboratorio del CREA-ING. In tale contesto potrà rendersi necessario integrare il suddetto rapporto con una nuova “convenzione a titolo oneroso”.

Task 5.5

- Ente Nazionale per la Meccanizzazione Agricola (ENAMA) è riconosciuto ai sensi del DPR 361/2000 ed è la struttura operativa creata per offrire al settore meccanico agrario un efficace strumento di supporto per una migliore competitività, tecnologia e riconoscimento delle prestazioni e sicurezza delle macchine agli operatori. L'ENAMA si occupa delle problematiche nel settore tra cui ricordiamo le complesse norme di prestazioni, sicurezza, protezione ambientale (UNI, EN, ISO, OCSE, etc) e circolazione stradale delle macchine agricole, la certificazione, le nuove tecnologie applicate, i combustibili agevolati ecc. I centri specializzati presso le strutture operative offrono la possibilità di svolgere test e verifiche di ogni tipo dai trattori alle macchine operatrici ed alla componentistica a livello internazionale offrendo anche attestati di altri importanti strutture estere aderenti all'Entam.

Nel progetto esecutivo finanziato all'ENAMA dal MiPAAF “Programma per la promozione, lo sviluppo, la ricerca, l'innovazione ed il miglioramento dell'efficienza energetica delle filiere agroenergetiche nazionali – Energia dall'Agricoltura –ENAGRI” (Decreto n.34927 del 9 agosto 2013 si presuppone un'attività congiunta con il CREA (sviluppata in questo progetto AGROENER).

- L'Università di Padova effettuerà le analisi chimico-fisiche che verranno confrontate con i metodi indiretti proposti in questa scheda di ricerca.
- L'Università di Firenze analizzerà i composti aromatici mediante la tecnologia PTR-TOFMS.

Task 5.6

- Lorenzo Maggioni - CIB, laureato in Scienze Agrarie e dottore di ricerca in Ecologia Agraria. Responsabile del Settore Ricerca e Sviluppo del Consorzio Italiano Biogas. Referente dei progetti Europei GreenGasGrids (Boosting the European market for biogas production, upgrade and feed-in into the natural gas grid) e BIOSURF (BIOMethane as SUstainable and Renewable Fuel). Membro del Gruppo di Lavoro del Comitato Italiano Gas “Mandato M475 EU - Biomethane”, Gruppo di Lavoro per il Biometano del Consorzio Italiano Biogas, Gruppo di Lavoro “Progetto Rete LNG”, Interporti; Comitato di Redazione della rivista “Biogas Informa”. Partecipa a numerosi corsi e convegni nazionali ed internazionali in qualità di relatore. Autore di numerosi articoli tecnico – divulgativi sul tema biogas e biometano su riviste di settore.

- Carlo Pieroni - CIB, laureato in biotecnologie industriali e molecolari presso l'Università di Bologna. Ha conseguito un master post laurea in International Master on Bioenergy and Environment (IMES) presso l'Università di Firenze. Ha effettuato uno stage lavorativo presso un impianto biogas come gestore dell'aspetto biologico dell'impianto. Attualmente lavora nell'area Ricerca e Sviluppo del Consorzio Italiano Biogas e sta partecipando al progetto europeo H2020 BIOSURF (BIOMethane as SUstainable and Renewable Fuel).

- Ettore Guerriero - CNR-IIA (Istituto Inquinamento Atmosferico del CNR, Roma), Ricercatore esperto di analisi chimiche e di emissioni inquinanti, produzione di biogas e upgrading a biometano

- Valerio Paolini - CNR IIA, nato a Roma l'11 Giugno 1988, si è laureato in Chimica Analitica (Laurea Magistrale) nel 2012 sotto la supervisione del prof. Alessandro Bacaloni e del dr. Ettore Guerriero. È dottorando in Scienze Chimiche alla Sapienza Università di Roma, e lavora come assegnista di ricerca presso il Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto sull'Inquinamento Atmosferico (CNR-IIA). I suoi interessi di ricerca riguardano principalmente l'impatto sulla qualità dell'aria delle biomasse e delle bioenergie. Ha partecipato al progetto di ricerca “Bio GAME” (finanziato dalla Regione Lazio, Filas-CR-2011-1148), durante il quale ha sviluppato un metodo per la purificazione e l'upgrading del biogas a biometano, utilizzando gli scarti di tufo dell'industria

edilizia. Si occupa inoltre degli artifacts nel campionamento di composti organici semivolatili, ed ha presentato una domanda di brevetto internazionale (WO 2014/049522, insieme con il dott. Ettore Guerriero), riguardante un metodo di campionamento simultaneo di inquinanti in fase vapore e particolato. È membro proponente del progetto “Grin BOX”, una start-up per il monitoraggio ed il controllo della qualità dell’aria indoor, finanziato dal Ministero Italiano dell’Istruzione, dell’Università e della Ricerca (Bando “Smart Cities and Communities and Social Innovation”, Avviso n. 391 / RIC 5 Luglio 2012).

- Paolo Benedetti - CNR-IIA, è nato a Tivoli (Roma) il 23 settembre 1986, si è laureato in Chimica Analitica (Laurea Magistrale) nel gennaio 2012 sotto la supervisione della prof.ssa Francesca Buiarelli de “La Sapienza” Università di Roma e del dr. Mauro Rotatori dell’Istituto sull’Inquinamento Atmosferico del CNR. È assegnista di ricerca presso l’Istituto sull’Inquinamento Atmosferico dal 2012 e la sua attività di ricerca è incentrata sull’analisi di microinquinanti organici in aria-ambiente e alle emissioni. Nello specifico si occupa dello sviluppo di nuovi metodi di campionamento, purificazione e analisi di inquinanti organici noti ed emergenti. Il campo di applicazione della sua attività di ricerca va dai composti organici volatili ai composti organici semivolatili. Oltre all’analisi di emissioni industriale di aria ambiente si è occupato anche dell’analisi di solidi (terreni, fanghi, rifiuti, biota...) e di acque. Ha partecipato a numerose campagne di misura per la valutazione della qualità dell’aria in alcune città italiane (Trieste, Ferrara, Gela, Monfalcone...) e delle emissioni di inceneritori, impianti di sinterizzazione, cementifici, centrali a carbone e a biomassa.

- Danilo Monarca - UniTuscia DAFNE, Prof. Ing. Danilo Monarca (Viterbo, 8/4/1957 - monarca@unitus.it). Prof. Ordinario di Meccanica Agraria (s.s.d. AGR/09), presso l’Università della Tuscia. Presidente della A.I.I.A (Associazione Italiana di Ingegneria Agraria), per il quadriennio 2014-2017. Membro dell’Accademia dei Georgofili, del Club di Bologna e dell’Accademia Nazionale di agricoltura, si occupa da oltre 30 anni di Meccanizzazione agricola e forestale, di Sicurezza del Lavoro in agricoltura e di Utilizzo di fonti energetiche rinnovabili. Coordinatore di numerosi progetti di ricerca nazionali ed internazionali, fa parte di diversi tavoli di lavoro del MiPAAF ed ha ricoperto numerosi incarichi accademici ed istituzionali. È autore di oltre 270 lavori a stampa e di tre brevetti (54 documenti sulla banca dati Scopus, h-index 8).

- Massimo Cecchini - UniTuscia DAFNE, Professore Associato per il settore concorsuale 07/C1 (Ingegneria Agraria, Forestale e dei Biosistemi) settore scientifico disciplinare AGR/09 (Meccanica agraria) presso il Dipartimento DAFNE dell’Università degli Studi della Tuscia di Viterbo. Coordinatore del Corso di Dottorato di Ricerca in “Ingegneria dei Sistemi Agricoli e Forestali”. Responsabile tecnico del “Laboratorio di Ergonomia e Sicurezza del Lavoro” dell’Università degli Studi della Tuscia. Relatore di oltre 80 tra tesi di laurea e di dottorato. Autore di oltre 200 lavori a stampa su riviste e atti di convegno nazionali e internazionali. Dati Bibliometrici: H index 7 - RG score 22.93 (my score is higher than 75% of ResearchGate members).

- Andrea Colantoni - UniTuscia DAFNE, ricercatore confermato a tempo indeterminato per il settore disciplinare AGR09. Dottore di ricerca in Meccanica Agraria XIX° ciclo con tesi “Studio e sviluppo di tecnologie innovative applicabili a piccole e medie imprese, per l’utilizzo di risorse energetiche rinnovabili, con tematiche sulla gassificazione di biomasse tramite impianti di piccola scala e sulla digestione anaerobica. Conseguimento dell’Abilitazione scientifica nazionale come Professore di II° Fascia nel macrosettore 07/C1 “Ingegneria Agraria, Forestale e dei Biosistemi”. Master post lauream in “Risorse Organiche Rinnovabili non convenzionali” svolto presso il Dipartimento di Produzione Vegetale della Facoltà di Agraria di Milano. È autore di oltre 130 pubblicazioni a stampa su riviste e atti di convegno nazionali e internazionali. Dati Bibliometrici: H index 7 - RG score 25.24 (my score is higher than 80% of ResearchGate members).

- Simone Di Giacinto - UniTuscia DAFNE, dottore di Ricerca in Ingegneria dei Sistemi Agrari e Forestali; ha discusso una tesi riguardante il recupero a fini energetici dei residui agricoli, presso il dipartimento DAFNE dell’Università degli Studi della Tuscia di Viterbo. Ha conseguito la

Laurea specialistica in Scienze e Tecnologie Agrarie con voto 110\110 lode. È attualmente borsista nell'ambito del progetto MiPAAF AGRES, riguardante la valorizzazione energetica dei residui di potatura del nocciolo, ottimizzazione degli aspetti qualitativi, organizzativi. Dati Bibliometrici: H index 3 - RG score 8.05 (my score is higher than 35% of ResearchGate members).

- Leonardo Longo - UniTuscia DAFNE, laureato in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio presso l'Università degli Studi di Tor Vergata Roma con voto 110\110 e lode, svolgendo una tesi di laurea riguardante lo sviluppo di un gassificatore a letto fluido bollente per il recupero energetico di fanghi di cartiera. È attualmente impegnato in attività di ricerca riguardante il settore delle bioenergie, con particolare riferimento al recupero energetico della biomassa da processi termochimici. Dottorando di ricerca in Ingegneria dei Sistemi Agrari e Forestali presso l'Università degli Studi della Tuscia. Dati Bibliometrici: H index 3 - RG score 10.32 (my score is higher than 42,5% of ResearchGate members).

- Lavinia Maria Priscilla Delfanti - UniTuscia DAFNE, Laurea in Conservazione e Restauro dell'Ambiente Forestale e Difesa del Suolo presso l'Università degli Studi della Tuscia di Viterbo con 110/110 e lode. Dottoranda presso il DAFNE in Ecosistemi e sistemi produttivi curriculum in Ingegneria dei Biosistemi.

Task 5.8

- Prof. Giancarlo Chiatti (Dipartimento di Ingegneria - Università degli studi di Roma TRE). Professore ordinario di "Macchine a Fluido" –Studio delle problematiche scientifiche relative al settore delle macchine, con particolare riferimento ai motori a combustione interna e ai sistemi di combustione industriale.

- Ing. Fulvio Palmieri (Dipartimento di Ingegneria - Università degli studi di Roma TRE) - Ricercatore esperto di "Macchine a Fluido". Ambiti di ricerca: Caratterizzazione sperimentale e modellazione dettagliata dei componenti dei sistemi di iniezione; Caratterizzazione sperimentale e modellazione dettagliata di componenti oleodinamici e pneumatici.

- Dott. Ettore Guerriero (CNR-IIA Istituto Inquinamento Atmosferico del CNR, Roma), Ricercatore Esperto di analisi chimiche e di emissioni inquinanti, produzione di biogas e upgrading a biometano.

- Dott. Benedetti P (CNR-IIA Istituto Inquinamento Atmosferico del CNR, Roma), Ricercatore - Esperto di analisi chimiche e di emissioni inquinanti.

SEZIONE 3. Piano analitico delle attività

WP0: Coordinamento (WP leader: CREA-ING MENESATTI P.)

Task 0.1: Coordinamento

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

Il coordinamento svolge la funzione di mandatario, con rappresentanza di altri soggetti contraenti, nei confronti dell'Ente finanziatore, committente dell'attività di ricerca. È l'interfaccia tra l'insieme dei partecipanti e l'Ente finanziatore.

Si occupa, inoltre, della trasmissione delle informazioni sulle attività in corso sia all'interno (entro e tra i WP, le task e i gruppi di ricerca) e che all'esterno del progetto (attori del sistema di riferimento), di tipo organizzativo, scientifico, divulgativo e amministrativo-finanziario.

I progetti di ricerca integrati richiedono necessariamente un'ampia partecipazione dei soggetti coinvolti. Ciò significa mobilitare una significativa massa di risorse fisiche, umane e finanziarie, cercando di intervenire opportunamente per garantire la coesione tecnica ed organizzativa tra i membri di tutti i livelli e coordinare e amministrare le questioni finanziarie e procedurali.

L'indirizzo operativo del coordinamento è quello di una condivisione spinta di attrezzature e risorse umane per il più proficuo conseguimento del prodotto della ricerca, sempre in costante interfaccia e feedback con le aspettative/esigenze latenti o espresse dell'Ente finanziatore e degli attori del sistema di riferimento, che costituiscono i "clienti" finali del prodotto stesso.

Il modello gestionale del coordinamento è di tipo a rete a struttura gerarchica dove il coordinatore potrà fare riferimento ai WP leader che a loro volta potranno riferirsi ai task leader per gestire il flusso bidirezionale delle decisioni e attuazioni.

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

WP e Task leader:

Paolo Menesatti - UO CREA-ING, (vedi Paragrafo 1.8, pag. 1515).

0.1.3 Obiettivi della task

Il WP0 ha come obiettivo generale la responsabilità del corretto svolgimento del progetto (rispetto a quanto scritto e approvato) dal punto di vista organizzativo, realizzativo (scientifico e amministrativo), informativo e divulgativo.

Gli obiettivi specifici del coordinamento sono:

- fornire un punto di riferimento e di guida sia nei confronti dei WP leader che dei Task leader (al riguardo è intenzione istituire anche un WP board e un task board);
- monitorare e controllare in itinere il buon andamento dello svolgimento del progetto sia in termini scientifici che finanziari e amministrativi;
- organizzare e facilitare i rapporti e gli scambi inter e intra WP, task e UUOO;
- garantire che tutte le parti interessate siano coinvolte nel progetto e adeguatamente rappresentate nella struttura organizzativa dello stesso;
- assicurare che tutte le risorse e i budget impegnati nel progetto siano assegnati e distribuiti secondo quanto stabilito nel progetto accettato dall'Ente finanziatore;
- mantenere i rapporti con l'Ente finanziatore;

- coinvolgere i possibili diversi attori del sistema e mantenere i rapporti di interscambio con essi;
- assicurare che tutte le politiche previste per la gestione delle attività siano messe in atto;
- informare in corso d'opera il management dell'Ente sullo stato del progetto, sulle stime a finire e sulle conseguenti decisioni in base alla costante informativa prodotta dagli stati di avanzamento della ricerca;
- presiedere le riunioni che si svolgeranno durante gli anni di progetto;
- garantire che tutti i membri comprendano il proprio ruolo di supporto al progetto nel facilitare e velocizzare il processo decisionale;
- divulgare verso l'esterno con convegni, workshop, seminari, incontri, relazioni, ecc;
- acquisire ogni informazione utile, attraverso partecipazioni a incontri nazionali o internazionali, con i diversi attori del sistema per contribuire ad una maggiore finalizzazione della ricerca in sviluppo, seguendo l'evoluzione del contesto nazionale, UE e internazionale del settore durante la durata del progetto.

0.1.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

Il coordinamento di un progetto così esteso in termini di attività (5 WP e circa 30 task), di partecipanti (oltre 40 ricercatori) e di durata temporale (5 anni), richiede una specifica organizzazione e dedizione operativa.

Per quanto riguarda l'organizzazione, si intende creare un piccolo nucleo operativo (segreteria tecnico-amministrativa) specificamente dedicato alle attività di coordinamento che opererà costantemente (day-by-day) sulle principali linee di azione: informazioni in/out, comunicazioni in/out, decisioni, reporting, amministrazione e gestione finanziaria, divulgazione e disseminazione, rapporti con l'Ente finanziatore e con gli attori del sistema.

Per tale motivo, si farà ricorso a personale a tempo specificamente assunto sui fondi di coordinamento. Tale personale dovrà avere particolari caratteristiche in grado di assicurare non solo una forte capacità organizzativa e segretoriale, ma anche competenze nelle discipline del progetto, associate a competenze o esperienze di organizzazione e gestione anche amministrativa e all'ottima conoscenza degli strumenti informatici e della lingua inglese.

Un altro importante elemento organizzativo, sarà rappresentato dal WP board che coadiuverà il coordinatore nella valutazione interna in itinere del progetto, delle attività più importanti di divulgazione e disseminazione, nonché potrà farsi latore di istanze di variazione o aggiornamento delle linee di attività.

Il coordinatore sarà in stretto e costante contatto i WP leader e il WP board, principalmente attraverso comunicazioni elettroniche (email e videoconferenza) e visite/incontri periodici.

Si intende anche istituire il task board, ossia il gruppo dei referenti delle task, che sebbene numeroso, e dunque complesso da riunire completamente, potrà rappresentare un ulteriore valido strumento per la veicolazione bidirezionale vertice-base delle informazioni organizzative e scientifiche.

Si cercherà di massimizzare l'utilizzo delle tecnologie informatiche per archiviazione, trasmissione e divulgazione, riducendo il più possibile l'utilizzo della carta sia per questioni di rispetto ambientale, sia per avere una maggiore capacità di accesso alle informazioni (digitali).

Una quota importante delle attività e delle risorse sarà impegnata per missioni nazionali ed estere finalizzate ad attività di coordinamento, divulgazione e disseminazione (convegni, workshop, incontri) con soggetti pubblici (anche associazioni nazionali o internazionali, CIGR, AgENG, FAO, ISHS, UE, ecc) o privati interessati, coinvolti o coinvolgibili nel progetto e per acquisizioni informative e scientifiche innovative nel settore delle agro-bio-energie (sempre finalizzate ad una maggiore efficienza di coordinamento e indirizzo scientifico del progetto).

In ultimo, anche coinvolgendo o attraverso WP e task board o loro rappresentanti, si porrà particolare attenzione ai rapporti con l'Ente finanziatore, gli attori del sistema a vario titolo e le diverse azioni divulgazione, a partire dalla gestione del sito web.

L'attività di coordinamento sarà articolata in 5 linee, di seguito specificate, che avranno come output tre deliverable:

- Linea 1: controllo scientifico interno da parte del coordinatore: segreteria tecnico-amministrativa, relazioni tecniche, stati avanzamento, organizzazioni convegni e divulgazione.
- Linea 2: controllo amministrativo, tecnico-amministrativa.
- Linea 3: monitoraggio in itinere: incontri/relazioni periodiche con i WP/task leader, WP/task board, singoli partecipanti, responsabili delle UUOO, responsabili delle strutture non CREA.
- Linea 4: diffusione, divulgazione, trasferimento: in rapporto soprattutto con linea 1 e linea 3.
- Linea 5: rapporti con l'Ente finanziatore e con gli attori del sistema agroindustriale.

0.1.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

- D.0.1.1: reportistica interna (mail, note, appunti, verbali, ecc) in relazione al monitoraggio e controllo in itinere scientifico e amministrativo interno del progetto;
- D.0.1.2: reportistica esterna ufficiale (report, relazioni, rendiconti, verbali, ecc) in relazione al monitoraggio e controllo in itinere scientifico e amministrativo del progetto da parte dell'Ente finanziatore, del CREA e/o della eventuale commissione di valutazione esterna;
- D.0.1.3: documentazione attività di divulgazione e disseminazione: sito web, relazioni a seminari, workshop, congressi e convegni, note e memorie, pubblicazioni divulgative e scientifiche.

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

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	Linea 1	D.0.1.1, D.0.1.3
	2	Linea 1, 2	D.0.1.1
	3	Linea 1, 3, 4, 5	D.0.1.2, D.0.1.3
	4	Linea 1, 2	D.0.1.1
	5	Linea 1, 3	D.0.1.3
	6	Linea 1, 2, 3, 4, 5	D.0.1.1
	7	Linea 1	D.0.1.2, D.0.1.3
	8	Linea 1, 2	D.0.1.1
	9	Linea 1, 2, 3, 4, 5	D.0.1.3
	10	Linea 1, 2	D.0.1.1
	11	Linea 1, 3	D.0.1.2, D.0.1.3
	12	Linea 1, 2, 3, 4, 5	D.0.1.1
	13	Linea 1	D.0.1.3
	14	Linea 1, 2	D.0.1.1
	15	Linea 1, 2, 3, 4, 5	D.0.1.2, D.0.1.3

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

Il coordinamento trasmetterà periodicamente all'Ente finanziatore un rapporto relativo alle attività svolte e l'indicazione del piano di lavoro per i periodi successivi, ovvero eventuali varianti o differenze previste rispetto a quanto preventivato.

La relazione deve contenere:

- resoconto delle attività eseguite da tutti i partner;
- descrizione dei risultati raggiunti in stretta aderenza agli obiettivi perseguiti;

- presentazione dello stato di avanzamento rispetto ai punti chiave descritti nel piano iniziale;
- descrizione delle criticità riscontrate e delle misure correttive adottate;
- illustrazione delle azioni complementari realizzate dalla eventuale partnership tra UUOO, WP, Task, soggetti esterni;
- dichiarazione dettagliata dei costi sostenuti da ciascuna task.

Il coordinatore, inoltre si impegna a gestire il progetto day-by-day per affrontare e risolvere le problematiche che potranno di volta in volta emergere.

Durante il corso degli anni verranno monitorati i progressi ed individuati gli ostacoli per far fronte a qualsiasi potenziale/ effettiva situazione eccezionale che potrebbe compromettere il conseguimento degli obiettivi del progetto. Per quest'ultimo punto saranno incontrati periodicamente sia i WP leader che tutti i partecipanti per valutare l'andamento complessivo del progetto e le decisioni eventuali da prendere per il proseguimento.

Anche la gestione dei rapporti con gli stakeholders e tutta la comunicazione relativa al progetto sarà un punto fondamentale del coordinamento. Pertanto, accanto al coordinatore sarà importante costituire un vero e proprio comitato di gestione e controllo che coadiuvi il coordinatore sia da un punto di vista tecnico che amministrativo. Tale comitato sarà formato dalla segreteria tecnico-amministrativa e dal WP/task board.

Attraverso il coordinamento del progetto e il WP/task board saranno sviluppati le seguenti azioni (indicatori) di verifica:

- riunioni coordinamento semestrali tra tutti i WP e task leader;
- riunioni coordinamento semestrali entri ciascun WP con i partecipanti delle task;
- incontri singole UUOO;
- convegni presentazioni risultati, con cadenza annuale a partire dal secondo anno;
- atti coordinamento amministrativo;
- realizzazione e aggiornamento costante sito web;
- stati di avanzamento attraverso inoltro e pubblicazione online della reportistica sintetica complessiva di tutto il progetto.

L'intera documentazione di verifica sarà a disposizione dell'Ente finanziatore e/o del tutor/commissione di valutazione del progetto stesso.

Data la complessità progettuale e l'estensione temporale, al fine di evitare progressivi scollamenti tra la ricerca e le politiche del settore, sarà posta particolare attenzione alla relazione attiva e continuativa con l'Ente finanziatore (Dirigenti e funzionari preposti), attraverso contatti personali e scritti (email) per:

- chiarire eventuali dubbi o incertezze in ambito amministrativo;
- verificare l'aderenza degli indirizzi di ricerca con le politiche di settore specifiche operando eventualmente adattamenti progettuali;
- recepire le istanze dei tavoli tecnici e/o portatori di interesse, attori del sistema.

0.1.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Come indicato al paragrafo 2.13, lo sfruttamento e divulgazione dei risultati del presente progetto sarà organizzata e sviluppata attraverso tre distinti livelli, fortemente interconnessi e correlati: azioni di carattere generale (livello di progetto), azioni tematiche di ampio raggio (livello di WP) e azioni altamente specifiche (livello di task).

Le azioni di carattere generale, relative principalmente alla diffusione e disseminazione inerente l'intero progetto, riguarderanno il coordinamento e saranno sviluppate attraverso attività continue (sito web costantemente aggiornato) e discontinue (visite, convegni, seminari, pubblicazioni scientifiche e/o divulgative).

La divulgazione dei risultati complessivi del progetto avverrà anche tramite:

- organizzazione di incontri tra i vari partecipanti;
- presentazione di relazioni tecniche;
- presentazione di stati avanzamento;
- presentazione di resoconti delle attività eseguite da tutti i partecipanti;
- sostegno alle attività editoriali specifiche dedicate al settore;
- seminari a livello locale per informare i produttori e i diversi stakeholders della filiera riguardo le tematiche e i risultati del progetto;
- organizzazione di convegni, incontri, seminari, workshops;
- corsi di formazione tematica;
- azioni di trasferimento a livello istituzionale (Assessorati regionali, MIPAF, UE);
- organizzata una conferenza finale per la divulgazione dei risultati dell'intero progetto;
- eventualmente organizzazione di masters e/o corsi di formazione specialistica post-universitaria;
- pubblicazione dei risultati su riviste scientifiche e tecniche sia internazionali che nazionali.

0.1.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 0.1.9.1: Richiesta complessiva di finanziamento per la task di COORDINAMENTO.

WP1: Miglioramento, sviluppo e promozione dell'efficienza energetica delle macchine, delle attrezzature agricole e della meccanizzazione (WP leader: CREA-ING BISAGLIA C.)

1.1 Descrizione WP

Il risparmio energetico è uno degli obiettivi principali del programma di finanziamento dell'Unione Europea "Horizon 2020". Per le proposte relative ai sistemi di gestione dell'energia, l'Unione Europea, si impegna a coprire, entro il 2030, almeno il 27% dei consumi totali finali di energia con energia verde. Inoltre gli strumenti di controllo della Commissione faranno molta attenzione a sistemi di automazione e monitoraggio capaci di ridurre i consumi e di diminuire l'emissione di GHG. Il fine ultimo del WP1, sulla base di queste premesse, è quello di migliorare e sviluppare l'efficientamento energetico sia delle macchine che delle strutture agricole con programmi innovativi (come l'agricoltura digitale di precisione, lo sviluppo di algoritmica avanzata per la stima dei consumi) e migliorativi delle caratteristiche e delle performance della componentistica di base (ad es.: pneumatici, trasmissioni ecc...). Tutto questo ricordando che quello 2016-2017 sarà un biennio interamente dedicato al risparmio energetico nel programma di finanziamento dell'Unione Europea Horizon 2020. L'industria produttrice di motori off-road per l'agricoltura (ricordiamo che l'Italia è terzo produttore mondiale di trattori e macchine agricole), per esempio, a valle delle azioni per il contenimento delle emissioni nocive che fino ad oggi ha costituito l'unica priorità (secondo la Direttiva 2004/26/CE), dovrà concentrarsi sulla riduzione delle emissioni di GHG allargando necessariamente l'attenzione progettuale oltre che ai motori anche alle linee di meccanizzazione alternativa (per esempio tramite l'utilizzo di trattori ad alimentazione esclusiva o combinata a biometano) che essi dovranno azionare. In quest'ultimo caso, in un'azione del WP1, verrà eseguita una ricognizione delle principali tecnologie di upgrading del biogas al fine di metterlo a disposizione come combustibile per trattori agricoli e forestali alimentati a biometano e si analizzerà la disponibilità ed i campi di utilizzazione di questi ultimi.

L'efficienza produttiva, la riduzione dei consumi e il risparmio di GHG diventano quindi obiettivi prioritari del presente WP, anche in previsione delle azioni di indirizzo dei prossimi regimi di incentivazione per individuare azioni di efficienza energetica (energy seeker) e a mettere a punto strumenti per il calcolo dei risparmi di GHG nelle principali filiere produttive. Alcuni degli obiettivi specifici delle task che costituiscono il WP1 infatti riguardano la messa appunto di sistemi avanzati di valutazione sperimentale delle caratteristiche e performance della di macchine agricole, al fine del miglioramento dell'efficienza energetica e delle prestazionale delle stesse valutando gli effetti, là dove ci fossero, della riduzione della potenza dei trattori. Tale azione si pone come obiettivi quelli di ridurre la quantità di gasolio utilizzata in azienda ai fini colturali; ridurre l'emissione di CO₂ equivalente dell'intero processo di produzione e dei rifiuti del processo stesso; elaborare sistemi produttivi mirati alle specifiche tipologie aziendali (indirizzo produttivo, SAU, organizzazione del personale). Si cercherà anche di realizzare cantieri ad elevata automazione in grado di gestire autonomamente specifiche operazioni in determinati settori colturali. A tal fine l'attività verrà sviluppata in relazione ai seguenti obiettivi specifici: valutazione delle necessità di meccanizzazione inerenti alle principali operazioni colturali; progettazione e sviluppo di cantieri mirati all'efficienza energetica ed al contenimento dei costi; valutazione della sostenibilità economica ed energetica dei cantieri sviluppati.

Per quanto riguarda l'aspetto puramente innovativo di questo WP, verranno sviluppati e testati sperimentalmente degli algoritmi nell'ambito della modellistica multivariata, per la stima efficiente dei consumi delle lavorazioni agricole (ettaro coltura) e sarà sviluppato un sistema di supporto software di analisi preventiva delle diverse componenti dei costi economici e dei consumi di combustibili fossili e delle conseguenti emissioni di CO₂ che si verificano in occasione dell'esecuzione delle operazioni colturali necessarie per il ciclo colturale. Tale supporto, applicabile

alle operazioni colturali delle varie linee di meccanizzazione presenti nell'agricoltura e selvicoltura italiane, permetterà in fase di programmazione delle operazioni colturali, di prevedere e selezionare interventi meccanizzati che consentono di ottimizzare i consumi di combustibile e le emissioni di CO₂ e di contenere i costi economici sostenuti per la unità di prodotto ottenuto. Le stime saranno supportate da adeguate sperimentazioni di campo. Per quest'ultima azione, è prevista la collaborazione con l'ENAMA.

Altro aspetto che sta emergendo come principale key factor in grado di efficientare in modo sostenibile il sistema della produzione agricola (intensificazione sostenibile) ottimizzando i consumi dei fattori di produzione, in primis i consumi energetici, in funzione delle migliori rese, è l'agricoltura di precisione. Anche questa tematica che verrà affrontata nel WP1. Le macchine agricole e le tecnologie, soprattutto ICT, hanno un ruolo fondamentale nello sviluppo e nelle applicazioni dell'agricoltura di precisione che tuttavia deve essere sperimentate rispetto ai variegati contesti agroproduttivi Italiani per valutarne attentamente costi-benefici per il sistema e per l'agricoltore. L'azione si concentrerà su valutazioni e sperimentazioni di macchine e tecnologie di agricoltura di precisione (ISOBUS, autoguida, posizionamento RTK, mappatura delle rese, gestione della flotta, sw di controllo consumi, manutenzione in remoto, rateo variabili, sensori di vigore, ecc...) con l'obiettivo primario di misurare gli effettivi risparmi in termini di consumi energetici, di emissioni e di più generale impatto ambientale, sempre in considerazione dell'efficacia di produzione. Secondo diversi autori, con i sistemi più evoluti sarebbe possibile ottenere una riduzione dei tempi di lavoro e dei consumi di carburante (e delle emissioni) tra il 15 e il 20%. I sistemi di agricoltura di precisione si stanno diffondendo rapidamente in agricoltura, principalmente tra i contoterzisti che possono offrire una maggiore capacità di ammodernamento e gestione del parco macchine. Per questo motivo si farà anche riferimento ad una partnership con (Unione Nazionale Imprese di Meccanizzazione Agricola - UNIMA) socio di ENAMA.

Il WP1 avrà anche come obiettivo quello di effettuare, in riferimento al risparmio energetico, attività di ricerca, ed ove possibile di sperimentazione ed applicazione di quanto osservato, nel recupero ed efficientamento delle risorse idriche, all'impiego di nuovi materiali, mezzi e/o macchine e strumenti impiegabili nella moderna tecnica irrigua. Questo sarà messo in opera definendo metodologie di prova per l'esecuzione di test specifici in campo relativamente ad ogni sistema che potrà essere impiegato nella sperimentazione e rendendo disponibile i risultati delle attività agli utenti finali (ditte agromeccaniche, aziende agroforestali e comunità scientifica). Grazie alle esperienze maturate fino ad oggi, il gruppo di lavoro della task in esame, sarà in grado di rispondere all'esigenze degli stakeholder delle filiere agroforestali, del comparto vivaistico, e dei partner di progetto, supportandoli e guidandoli, nella ricerca di soluzioni concrete, moderne ed adeguate facendo riferimento anche alla collaborazione con l'ENAMA.

Ultimo aspetto innovativo, affrontato nel WP1, riguarderà l'efficientamento energetico, all'interno di serre esistenti tramite due azioni: la prima svilupperà un programma di supporto alle decisioni (SSD) per la diagnosi energetica e la valutazione virtuale di opzioni migliorative; la seconda valuterà la sostenibilità economica e ambientale di impianti di generazione di calore ed elettricità che sfruttano fonti di energia alternative al gasolio ed al GPL. Per quanto riguarda la prima task si tratterà di sviluppare una App e per smartphone per la visualizzazione di informazioni sulla gestione della ventilazione e del microclima nei cicli colturali in atto, sviluppando sistemi di monitoraggio e di controllo basati su tecnologie elettroniche a basso costo e progettazione/prototipazione open source. Mentre la seconda task avrà come obiettivo, quello di valutare l'utilizzo di impianti di riscaldamento a pompa di calore.

WP leader:

Carlo Bisaglia - UO CREA-ING, (vedi Paragrafo 1.8, pag. 17).

1.2 Articolazione WP

WP1: Miglioramento, sviluppo e promozione dell'efficienza energetica delle macchine, delle attrezzature agricole e della meccanizzazione (WP leader: CREA-ING BISAGLIA C.)

Task 1.1: Sistemi avanzati di valutazione sperimentale delle caratteristiche e performance della componentistica di base delle macchine (ad es.: pneumatici, trasmissioni) al fine del miglioramento dell'efficienza energetica e prestazionale delle stesse (Task Leader Maurizio Cutini – CREA-ING)

Task 1.2: Trattori ad alimentazione esclusiva o combinata a biometano (Task Leader Carlo Bisaglia – CREA-ING)

Task 1.3: Meccanizzazione ad elevata automazione per l'efficientamento energetico (Task Leader Alberto Assirelli – CREA-ING)

Task 1.4: Sviluppo e testing sperimentale di algoritmi per la stima efficiente dei consumi delle lavorazioni agricole (ettaro-cultura) (Task Leader Corrado Costa – CREA-ING)

Task 1.5: Agricoltura di precisione come tool di efficientamento energetico, ambientale ed economico (Task Leader Carlo Bisaglia – CREA-ING)

Task 1.6: Risparmio energetico nell'irrigazione anche attraverso sistemi di precisione (Task Leader Mauro Pagano – CREA-ING)

Task 1.7: Sviluppo di un programma di supporto alle decisioni (SSD) per la diagnosi energetica di serre esistenti e la valutazione virtuale di opzioni migliorative (Task Leader Elio Romano – CREA-ING)

Task 1.8: Riduzione dei consumi energetici per il riscaldamento delle serre (Task Leader Marco Fedrizzi – CREA-ING)

Task 1.1: Sistemi avanzati di valutazione sperimentale delle caratteristiche e delle performance dei componenti delle macchine (ad es.: pneumatici, trasmissioni) al fine del miglioramento dell'efficienza energetica e prestazionale delle stesse

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

Lo sviluppo della ricerca in agricoltura è sempre stato teso ad un incremento delle produzioni e ad una riduzione dei tempi di lavoro. Nell'ambito della meccanizzazione agricola, questo approccio ha condotto, principalmente, ad un innalzamento delle potenze dei trattori agricoli e delle velocità e larghezza di lavorazione. Inoltre, negli ultimi vent'anni, gli sforzi dell'industria sono stati condizionati dalla legislazione inerente la riduzione delle emissioni dei motori delle macchine. Questa richiesta ha portato ad una riduzione delle emissioni in atmosfera dell'85% degli HC e del 96% degli NOx, ma ha assorbito le maggiori energie dei costruttori in termini d'innovazione, costo e tempo. Tuttavia la riduzione delle emissioni inquinanti non è il solo contributo che l'agricoltura può offrire in termini di prevenzione dei cambiamenti climatici o, più in generale di sostenibilità. Infatti, anche gli obiettivi legislativi si sono spostati dai caratterizzanti l'inquinamento alla riduzione delle emissioni climalteranti quali, in primis, di CO₂.

Tuttavia l'attuale stato dell'arte della tecnologia del motore di un trattore agricolo non lascia prevedere rivoluzioni in termini di efficienza ed anche i costruttori stanno concentrando i loro sforzi su tutti componenti che partecipano alla trasmissione della potenza, sia meccanici che di gestione elettronica. Difatti anche in ambito scientifico si trovano lavori di costruttori che indicano nella riduzione degli sprechi una delle attuali linee di ricerca nelle quali i sistemi di gestione elettronica e di agricoltura di precisione sono quelli dalla maggiore eco.

In questo ambito il presente studio analizzerà l'efficienza energetica del trattore al fine di definire come ottimizzarne l'uso in termini di emissioni/lavoro utile coinvolgendo sia la valutazione di parti quali trasmissione, pneumatici, impianti di raffreddamento, ecc..., sia la scelta e la gestione della tipologia e classe di potenza. Difatti, uno studio improntato non sull'analisi economica ma sul processo con impiego di minor CO₂ equivalente potrebbe risultare il più sostenibile anche in termini economici, di produzione, di occupazione, di quantità di rifiuti, ecc. Questo approccio è confermato da studi condotti in Svizzera che propongono l'utilizzo di trattori di minor potenza rispetto al trend attuale ma che operino per più ore anno e da una tendenza delle aziende agricole non più rivolta a massimizzare la produzione ma ad ottimizzarla in funzione delle spese, dei guadagni e di una sicurezza nella vendita. In quest'ottica verranno definiti i parametri maggiormente caratterizzanti l'efficienza di un trattore e se ne verificherà la compatibilità con specifiche tecniche di coltivazione adottate dalle aziende quali l'agricoltura di precisione e/o conservativa, che impiegano macchine operatrici specificatamente progettate per tali metodi di lavorazione. A tale scopo sono disponibili le strutture, le attrezzature e le dotazioni strumentali del Laboratorio di Treviglio e del Centro Prove Macchine Agricole (CPMA) della sede di Monterotondo (RM) del CREA-ING, al fine di determinare le richieste di energia e potenza, nonché i consumi di combustibile di singole macchine e/o linee di meccanizzazione intere anche al variare di componenti come pneumatici e trasmissioni e delle relative regolazioni. Sono inoltre disponibili le banche dati dell'OCSE, cui il Laboratorio di Treviglio partecipa, che rendono disponibili le prestazioni dei trattori sottoposti a test tra i quali rientrano sia le descrizioni delle proprietà tecnologiche, sia i consumi specifici in sala prove motori ed in trasporto, e del CPMA, che raccoglie i dati di 20 anni di prove di verifica delle prestazioni operative e riassume i valori dei principali parametri dinamico-energetici (fabbisogno di lavoro, potenze impegnate, consumo di combustibile, spesa globale di energia) di una vasta tipologia di macchine operatrici agricole (lavorazione terreni e semina, trattamenti, distribuzione concimi, raccolta). Vi sono, inoltre, già stati tentativi, ad es. dal governo spagnolo ma che non ha avuto

seguito in altri paesi, di classificare i trattori tramite un indice energetico e sull'argomento vi è un gruppo di lavoro aperto presso l'OCSE. La possibilità di valutare le prestazioni in termini di efficienza dei motori, delle trasmissioni, del loro accoppiamento e degli pneumatici, insieme ad un'analisi della possibilità d'introduzione delle soluzioni ottimali nelle realtà aziendali potrebbe consentire agli operatori di scegliere con un nuovo approccio gestionale il parco macchine dell'azienda.

1.1.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività

Task leader:

Maurizio Cutini - UO CREA-ING, ingegnere, è Ricercatore presso il CREA-ING di Treviglio dal 2006, nell'ambito dell'agroenergia ha collaborato in convenzioni con ditte private ed ha partecipato ai progetti finanziati dal MiPAAF "Floricoltura: Logistica e Risparmio Energetico" (F.Lo.R.Ener; 2006, 3 anni) e "Sistemi integrati biogas e azoto" (S.In.Bio.N, 2010, 3 anni). Nell'ambito della meccanica agraria è referente presso i gruppi di lavoro dell'OCSE sui Codici di prova dei trattori agricoli e forestali. È stato responsabile scientifico di un'unità operativa del Progetto "Integrazione tra gli aspetti ergonomici e di sicurezza nei trattori agricoli - INTRAC" (Finanziamento MiPAAF, D.M. 12488/7303/11 del 09/06/2011, 2 anni).

Partecipanti:

Daniele Pochi - UO CREA-ING, (vedi Paragrafo 1.8, pag. 22).

Roberto Fanigliulo - UO CREA-ING, Ricercatore dal 2008. Si occupa di ricerca e sperimentazione su strumentazioni, attrezzature e metodologie per lo studio delle caratteristiche funzionali e della sicurezza d'uso di prototipi e macchine agricole innovative. È collaboratore del Centro Prove Macchine Agricole (CPMA). In tale contesto sono state sviluppati protocolli e metodologie di prova, attrezzature e strumentazioni per la misurazione di parametri di prova in condizioni sperimentali ed operative, adottati sia nell'attività di sperimentazione che in quella di certificazione delle prestazioni operative. È attualmente responsabile dell'unità operativa CREA-ING all'interno del progetto di ricerca "Sistema a trazione elettro-funicolare (AGRIVOL)", coordinato dal Dott. Pochi (CREA-ING). Finanziamento MiPAAF con D.M. n. 9339/7303/12 del 30/04/2012 (con proroga al 16 settembre 2016).

Pubblicazioni:

- Cutini M, Romano E, Bisaglia C, 2012. Assessment of the influence of the eccentricity of tires on the whole body vibration of tractor drivers during transport on asphalt roads. Journal of Terramechanics, 49(3-4), June-August 2012.
- Cutini M, Bisaglia C, 2014. Experimental identification of a representative soil profile to investigate Tractor Operator's Discomfort and Material Fatigue Resistance. In: Proceedings of AgEng 2014 "Engineering for improving resource efficiency". Zurich (CH), luglio 2014.
- Fanigliulo R, Pochi D, 2011. Air-flow distribution efficiency of a precision drill used in the sowing of different graded seeds. Journal of Agricultural Science and Technology B, 1(5), 655-662.
- Fanigliulo R, Biocca M, Fedrizzi M, Pagano M, Pochi D, 2012. Evaluation of Energy Requirements and Residue Burial efficiency of three Primary Tillage Methods in a Heavy Clay Soil. Proc. Int. Conf. of Agricultural Engineering, CIGR-AgEng 2012, Valencia, Spain, July 8-12. ISBN: 84-615-9928-4. On-line at: <http://cigr.ageng2012.org>.
- Pochi D, Fanigliulo R, 2010. Testing of soil tillage machinery. In: Dedousis A. and Bartzanas T. (ed) Soil Engineering, "Soil Biology" Book Series, 20(10), 147-168. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.

1.1.3 Obiettivi della task

Gli obiettivi possono essere così sintetizzati:

- ridurre la quantità di gasolio utilizzata in azienda per le macchine agricole;
- ridurre l'emissione di CO₂ equivalente dell'intero processo di produzione;
- valutare l'impatto in termini di rifiuti delle officine;
- valutare gli effetti della riduzione della potenza dei trattori;
- aumentare le ore di personale senza aumentare i costi dell'azienda;

L'obiettivo è l'elaborazione di una nuova impostazione nella scelta della flotta aziendale di macchine agricole anche tenendo conto delle specifiche realtà aziendali (indirizzo produttivo, SAU, organizzazione del personale).

1.1.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

Le attività condotte saranno:

- valutare lo stato dell'arte dell'efficienza dei motori dei trattori agricoli;
- valutare lo stato dell'arte dell'efficienza delle trasmissioni dei trattori agricoli;
- valutare l'influenza degli pneumatici sull'efficienza della trasmissione di potenza di un trattore agricolo;
- valutazione degli algoritmi esistenti, ed eventuale elaborazione, per la definizione dell'efficienza energetica di un trattore agricolo;
- elaborazione dei fattori significativi in termini di efficienza energetica;
- rilievi delle flotte di macchine e del loro impiego presso diverse aziende agricole praticanti interventi tradizionali, conservativi e di precisione;
- valutazione di filiere di meccanizzazione che consentano una diminuzione della potenza dei trattori impiegata in azienda o di una diversa combinazione tra numero di mezzi e classi di potenza;
- valutazione dell'efficienza energetica tramite simulazione dell'impiego di linee di meccanizzazione sperimentali nelle aziende zootecniche analizzate;
- valutazione del risparmio in termini ambientali (CO₂);
- analisi economica tramite simulazione condotte con aziende campione ad indirizzo cerealicolo-zootecnico.

L'attività nella task 1.1 sarà articolata in 4 linee, di seguito specificate, che avranno come output quattro deliverable:

Linea 1: valutazione dello stato dell'arte dell'efficienza energetica dei trattori agricoli, e di loro componenti, utilizzati nella realtà italiana;

Linea 2: prove sperimentali presso il Laboratorio di Treviglio e presso la sede di Monterotondo e rilievi presso aziende agricole di filiere di meccanizzazione sperimentali;

Linea 3: simulazioni dell'adozione di diverse linee di meccanizzazione svolte su aziende campione;

Linea 4: analisi di sostenibilità economica ed ambientale ed occupazionale.

1.1.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.1.1.1: Report inerente l'analisi della raccolta dati dello stato dell'arte.

D.1.1.2: Report inerente i dati sperimentali delle prove condotte in condizioni controllate di Laboratorio.

D.1.1.3: Report inerente i rilievi presso aziende agricole e delle simulazioni inerenti le filiere di meccanizzazione.

D.1.1.4: Presentazione dell'attività a Convegni scientifici.

D.1.1.5: Pubblicazioni su rivista scientifica, attività di divulgazione a convegni, attività di formazione.

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

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	Riunioni di inizio progetto Analisi dello stato dell'arte	D.1.1.1
	2	Analisi dei parametri influenzanti l'efficienza dei trattori agricoli Rilievi sull'organizzazione delle aziende agricole Prove sperimentali in Laboratorio su trattori	D.1.1.1
	3	Classificazione dei trattori e dei componenti in base ai parametri influenzanti l'efficienza energetica	D.1.1.1
	4	Analisi dei dati OCSE inerenti i consumi specifici in sala prove motori Prove sperimentali in Laboratorio su trattori	D.1.1.3
	5	Analisi dei dati OCSE inerenti i consumi specifici nelle prove in pista	D.1.1.2
	6	Analisi ed applicazione di algoritmi sull'efficienza dei trattori agricoli	D.1.1.2
	7	Prove sperimentali in Laboratorio su pneumatici	D.1.1.2
	8	Rilievi sperimentali presso aziende agricole	D.1.1.3
	9	Prove sperimentali in Laboratorio su trattori agricoli	D.1.1.3
	10	Prove sperimentali in Laboratorio su pneumatici	D.1.1.3
	11	Prove sperimentali in Laboratorio su trattori agricoli	D.1.1.3
	12	Simulazione dell'ottimizzazione dell'efficienza energetica della meccanizzazione in aziende campione	D.1.1.3
	13	Analisi dei costi e dei bilanci di CO2 sulle esperienze maturate	D.1.1.3
	14	Valutazione dell'impatto sull'occupazione	D.1.1.3
	15	Conclusione dei lavori	D.1.1.4, D.1.1.5

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

I risultati attesi sono:

- incentivare il passaggio a linee di meccanizzazione che abbiano dimostrato sostenibilità ambientale ed economica;
- migliorare l'efficienza tecnico-economica riducendo il consumo di gasolio;
- conseguire la sostenibilità delle produzioni tramite innovazioni a basso impatto ambientale;
- favorire nelle imprese un uso più razionale e sostenibile dell'energia e delle risorse incoraggiando gli investimenti e le ristrutturazioni aziendali;
- ridurre la quantità di rifiuti;
- aumentare l'occupazione senza incidere sui costi;
- ridurre i costi e migliorare la qualità del prodotto.

1.1.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Al fine di trasferire i risultati ottenuti verranno condotte le seguenti azioni:

- valutazione di una sinergia con gli attori dei temi della lavorazione conservativa e di precisione per costituire un riferimento in termini di efficienza energetica in agricoltura;
- creazione di servizi tesi ad aumentare il livello di formazione professionale degli operatori impegnati nella filiera;
- trasferimento dei risultati delle ricerche attraverso canali di divulgazione e percorsi di formazione.

1.1.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 1.1.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 1.1.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 1.2: Trattori ad alimentazione esclusiva o combinata a biometano

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

A partire dal 2009 si sono avuti i primi sviluppi di prototipi di trattori agricoli e forestali alimentati a metano da parte di importanti ditte costruttrici (l'ultimo prototipo è stato presentato ad Hannover, Germania nel novembre 2015). Alla fine del 2013 vi è stata la pubblicazione del Decreto "Modalità di incentivazione del biometano immesso nella rete del gas naturale" del Ministero per lo Sviluppo economico. Queste azioni evidenziano come esistano e siano concrete le condizioni tecniche necessarie all'introduzione di trattori alimentati a biometano che rappresenta uno degli impieghi più interessanti del biogas. Obiettivo della presente linea di ricerca è di tracciare la reale possibilità di inserimento del biometano nella filiera agricola, in particolare come combustibile per i trattori, ma anche per altri usi (ad es.: motopompe per irrigazione).

Gli aspetti economici delle varie soluzioni tecniche ipotizzabili per le aziende agricole produttrici di biometano, anche grazie agli incentivi introdotti, sembrano molto incoraggianti anche se i costi per l'acquisto di trattori specifici dovessero subire incrementi del 10-20% rispetto a macchine convenzionali di livello equivalente. Inoltre, la purificazione del biogas in metano (o biometano), la possibilità di una sua immissione nella rete di distribuzione e la sua elevata possibilità di stoccaggio (14,7 miliardi di m³; MSE, 2010), rendono di estremo interesse la possibilità di sviluppo di una rete capillare di stazioni di servizio del metano. Sono, infatti, circa 1.000 i distributori di metano in Italia (Fonte: metanoauto.com, 2012) e circa altrettanti gli impianti di biogas agro-zootecnico (Fonte: CRPA, 2013) virtualmente attrezzabili come stazioni di upgrading del biogas e di distribuzione di biometano. Il potenziale di rifornimento di metano/biometano risulta, pertanto, elevato anche in considerazione del fatto che la distribuzione geografica dei primi riguarda principalmente le aree urbane e peri-urbane, mentre i secondi interessa le aree rurali portando ad una interessante complementarità nella copertura del territorio nazionale. A ciò si aggiunga che sono disponibili carri bombolai per l'erogazione di metano anche in distributori aziendali. Tuttavia, il loro sviluppo tecnologico – e, pertanto, l'incidenza dei costi – è tuttora in fase di sviluppo con mancanza di dati sperimentali direttamente registrati.

Un'associazione regionale svedese di portatori d'interesse nel settore del biogas, dichiara che il potenziale di trattori alimentati a metano potrebbe essere di 3-4 trattori per ogni stazione di rifornimento. Pertanto, considerando in Italia solo il 50% dei 2000 distributori di metano potenzialmente utilizzabili, si può stimare, prudenzialmente, in circa 3-4000 unità il parco trattori alimentabile a metano, quindi meno dell'1% dell'attuale parco trattori nazionale.

Tuttavia, vi sono ancora ostacoli residenti nella mancanza di norme che stabiliscano le caratteristiche tecniche del biometano stesso e le modalità di omologazione dei trattori in modo da offrire certezze sia ai costruttori (norme tecniche e di sicurezza da rispettare nella costruzione) sia agli utenti (validità delle garanzie in caso di guasti e sicurezza d'utilizzo).

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

Task leader:

Carlo Bisaglia - UO CREA-ING, (vedi Paragrafo 1.8, pag. 17).

Partecipanti:

Maurizio Cutini - UO CREA-ING, (vedi Task 1.1).

Daniele Pochi - UO CREA-ING, (vedi Paragrafo 1.8, pag. 22).

Alberto Assirelli - UO CREA-ING, è ricercatore presso il CREA-ING di Monterotondo (RM) dal 2010, nell'ambito dell'agroenergia è responsabile scientifico del progetto PON Enerbiochem (Filiera agro-industriali integrate ad elevata efficienza energetica per la messa a punto di processi di produzione eco-compatibili di energia e bio-chemicals da fonte rinnovabile e per la valorizzazione del territorio), ha collaborato a progetti comunitari (Biocard, Optima, Europruning), a progetti Mi.P.A.A.F. (Biosea, Suscace, Faesi) ed a progetti a sportello Enama (Cabina di protezione livello 4, Raccolta colture allettate, Estrattore per silobag).

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

Pubblicazioni

- Assirelli A, Croce S, Acampora A, Civitarese V, Suardi A, Santangelo E, Pari L, 2013. An Innovative System for Conditioning Biomass Sorghum [*Sorghum Bicolor* (L.) Moench] Transaction of the ASABE, 56(3), 829-837.
- Assirelli A, Santangelo E, Spinelli R, Acampora A, Croce S, Civitarese V, Pari L, 2013. Mechanization of Rhizome Extraction in Giant Reed (*Arundo donax* L.) Nurseries. Applied Engineering in Agriculture, 29 489-494.
- Barontini M, Scarfone A, Spinelli R, Gallucci F, Santangelo E, Acampora A, Jirjis R, Civitarese V, Pari L, 2014. Storage dynamics and fuel quality of poplar chips. Biomass and Bioenergy, 62, 17-25.
- Brambilla M, Cutini M, Bisaglia C, 2014. Aspetti tecnologici nella produzione e utilizzazione di biogas. Edizioni CRA. ISBN978-88-97081-53-1.
- Cutini M, Romano E, Bisaglia C, 2012. Assessment of the influence of the eccentricity of tires on the whole body vibration of tractor drivers during transport on asphalt roads. Journal of Terramechanics, 49 (3-4).

1.2.3 Obiettivi della task

Verrà eseguita una ricognizione delle principali tecnologie di upgrading del biogas al fine di metterlo a disposizione come combustibile per trattori agricoli e forestali alimentati a biometano e si analizzerà la disponibilità ed i campi di utilizzazione di questi ultimi.

Gli obiettivi sono i seguenti:

- valutazione delle quantità di biometano sviluppabili in Italia ed il potenziale di applicazione in agricoltura;
- valutazione tramite prove sperimentali in condizioni controllate di laboratorio delle caratteristiche tecniche del metano e del biometano sui motori agricoli al fine di poterne garantire l'equivalenza prestazionale e la miscelabilità;
- valutazione della possibilità di retrofittare trattori a gasolio esistenti con impianti ad iniezione di biometano;
- valutazione in campo dell'efficienza energetica in linee di meccanizzazione;
- valutazione del risparmio in termini ambientali dell'utilizzo del biometano (CO₂, particolato, NO_x);
- analisi economica tramite simulazione condotte con aziende campione ad indirizzo cerealicolo-zootecnico;
- redazione di matrici "lavorazioni agricole/flotta aziendale di trattori" al fine di individuare l'inseribilità e/o il grado di sostituibilità di trattori a metano in flotte aziendali.

1.2.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

Le attività della task 1.2 saranno articolate in 4 linee di ricerca, di seguito specificate, che avranno come output i relativi *deliverables*:

Linea 1: indagine presso le associazioni del settore biometano e quelle agricole per monitorare lo stato di avanzamento tecnico e di diffusione degli impianti di produzione di biogas e di upgrading a biometano.

Linea 2: inventario e prove sperimentali presso il Laboratorio di Treviglio e di impiego continuativo presso aziende agricole di prototipi di trattori a metano.

Linea 3: simulazioni dell'adozione di diverse linee di meccanizzazione svolte su aziende campione.

Linea 4: analisi di sostenibilità economica ed ambientale dell'utilizzo del biometano nelle aziende agricole.

1.2.5. Descrizione degli output della task (deliverable)

D.1.2.1: Report inerenti l'analisi della raccolta dati del biometano in Italia e dello sviluppo degli impianti di produzione e upgrading.

D.1.2.2: Report inerente i dati sperimentali delle prove su trattori condotte in condizioni controllate di Laboratorio.

D.1.2.3: Report inerente le prove sperimentali presso aziende agricole/zootecniche e le simulazioni dell'inserimento dei trattori a biometano in linee di meccanizzazione.

D.1.2.4: Presentazione dell'attività a Convegni scientifici.

D.1.2.5: Pubblicazioni su rivista scientifica, attività di divulgazione a seminari/workshop, attività di formazione.

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

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	Riunione di inizio progetto	D.1.2.1
	2	Analisi della potenziale diffusione di biometano in Italia	
	3	Analisi della potenziale applicazione del biometano in agricoltura	
	4	Analisi degli aspetti normativi e legislativi sull'utilizzo del biometano in trattori agricoli	
	5	Prove sperimentali in Laboratorio	D.1.2.2
	6	Prove sperimentali in Laboratorio	
	7	Prove sperimentali presso aziende agricole	D.1.2.3
	8	Prove sperimentali presso aziende agricole	
	9	Analisi di sostenibilità dell'utilizzo del biometano in alcune tipologie di aziende agricole	
	10	Analisi di sostenibilità dell'utilizzo di trattori a biometano in alcune tipologie di aziende agricole	

	11	Analisi di sostenibilità dell'utilizzo di trattori a biometano in alcune tipologie di aziende agricole e metanizzazione di altre operazioni colturali comprese ipotesi future (es. irrigazione con rotoloni, mietitrebbie e trince, valutazione sulla liquefazione del metano-LNG in agricoltura)	
	12	Matrici di utilizzo di trattori a biometano e loro inserimento nelle flotte aziendali	
	13	Attività dimostrative in campo e divulgative in sedi opportune	D.1.2.4
	14	Pubblicazioni su rivista scientifica, attività di divulgazione a seminari/workshop, attività di formazione.	D.1.2.5
	15		

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

- Incentivare il passaggio dall'uso di combustibili fossili a fonti energetiche rinnovabili;
- migliorare l'efficienza tecnico-economica nell'impiego di risorse energetiche alternative per le diverse tipologie aziende agricole;
- conseguire la sostenibilità delle produzioni tramite innovazioni a basso impatto ambientale;
- favorire nelle imprese un uso più razionale e sostenibile dell'energia e delle risorse incoraggiando gli investimenti e le ristrutturazioni aziendali;
- ridurre i costi di produzione e migliorare la qualità ambientale.

1.2.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

- Organizzare una serie di azioni dimostrative in pista e in campo per offrire agli attori della filiera e agli agricoltori, servizi e supporti qualificati e concordati in termini di ricerca, di innovazione e di promozione;
- creare servizi tesi ad aumentare il livello di formazione professionale degli operatori impegnati nella filiera;
- trasferire i risultati delle ricerche attraverso canali di divulgazione e percorsi di formazione.

1.2.9. Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 1.2.9.1 Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento

Tabella 1.2.9.2 Richiesta complessiva di finanziamento per la task

Task 1.3: Meccanizzazione ad elevata automazione per l'efficientamento energetico

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

La meccanizzazione rappresenta una delle vie principali per la riduzione dei costi di produzione non solo di tutte le coltivazioni, ma anche per determinate attività zootecniche, indifferentemente dalle destinazioni finali delle produzioni soprattutto nel contesto europeo, ormai caratterizzato da costi della manodopera molto elevati. Il livello di sviluppo raggiunto dai sistemi di localizzazione satellitare e di guida assistita delle macchine semoventi con diverso livello di precisione a terra e la loro contemporanea riduzione dei costi di applicazione, consente oggi di poter valutare l'efficienza su larga scala di tali sistemi.

La maggior parte delle operazioni di cura colturale prevedono la distribuzione di sostanze di natura chimica a diverso livello di tossicità che rivestono un aspetto fondamentale anche nello sviluppo di macchine equipaggiate per ospitare in sicurezza l'operatore addetto.

La recente omologazione delle cabine di guida al livello di protezione 4 soprattutto su irroratrici semoventi e trattrici rappresenta solo uno degli aspetti che rendono la presenza dell'operatore in ambienti ostili per la propria salute un aspetto molto importante e di complessa soluzione se non prevedendo notevoli investimenti sulla progettazione e sviluppo.

Molte operazioni colturali sono caratterizzate da ripetitività sulle medesime colture e superfici per cui l'eliminazione dell'operatore a bordo macchina potrebbe rappresentare un'importante aspetto oltre che sul piano della sicurezza del lavoro anche sul piano economico.

Tecniche colturali specifiche per determinati cicli colturali ad esempio su piante dioiche prevedono la realizzazione di sestri d'impianto non sempre adatti alla meccanizzazione ordinaria, ed il generale alto valore aggiunto di tali colture (es. vivai o colture sementiere di pregio), richiede investimenti tecnologici di rilievo.

La possibilità di disporre di veicoli autonomi in grado di gestire separatamente singole file o singole piante di una determinata coltura rappresenterebbe una soluzione molto apprezzata a livello di utilizzatori.

La riduzione delle masse in gioco e la variazione dei sistemi di propulsione consente un significativo miglioramento dell'efficientamento energetico riducendo le potenze motrici impiegate e quindi direttamente il consumo di combustibili non solo fossili. Gli aspetti ambientali rappresentano un ulteriore aspetto molto importante e valutato sia riducendo i volumi di prodotti distribuiti sia salvaguardando la struttura limitando i compattamenti dovuti al passaggio delle macchine.

Un medesimo operatore potrebbe svolgere la sola funzione di controllo bordo campo di più unità operative in lavoro verificandone l'efficienza e rispettando il quadro normativo vigente soprattutto in termini di veicoli aerei senza pilota (UAV).

Il veicolo che si intende sviluppare deve essere in grado di individuare precisamente aree ben delimitate su cui operare, eseguire l'operazione e rientrare presso il punto di approvvigionamento in completa autonomia ove un operatore verifica la perfetta esecuzione dell'intervento.

Fra gli utilizzatori interessati allo sviluppo della proposta sono incluse aziende agricole moltiplicatrici ed importanti stakeholders del settore sementiero quali ad es. KWS Italia per la produzione del seme di barbabietola da zucchero.

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

Task leader:

Alberto Assirelli - UO CREA-ING, (vedi Task 1.2).

Partecipanti:

Carlo Bisaglia - UO CREA-ING, (vedi Paragrafo 1.8, pag. 17).

Pubblicazioni

- Acampora A, Croce S, Assirelli A, Del Giudice A, Spinelli R, Suardi A, Santangelo E, 2013. Product contamination and harvesting losses from mechanized recovery of olive tree pruning residues for energy use. *Renewable Energy*, 53, 350-353.
- Assirelli A, Pari L, 2008. Design, realization and first tests of a prototype of mower-conditioner to harvest fibre sorghum through haymaking. *Worldbioenergy*, 08, 148-152.
- Assirelli A, Croce S, Acampora A, Civitarese V, Suardi A, Santangelo E, Pari L, 2013. An Innovative System for Conditioning Biomass Sorghum [*Sorghum Bicolor* (L.) Moench]. *Transaction of the ASABE*, 56(3), 829-837.
- Assirelli A, Santangelo E, Spinelli R, Acampora A, Croce S, Civitarese V, Pari L, 2013. Mechanization of Rhizome Extraction in Giant Reed (*Arundo donax* L.) Nurseries. *Applied Engineering in Agriculture*, 29, 489-494.
- 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* (in press).
- Pari L, Assirelli A, Suardi A, Civitarese V, Del Giudice A, Costa C, Santangelo E, 2012. The harvest of oilseed rape (*Brassica napus* L.): The effective yield losses at on-farm scale in the Italian area. *Biomass and Bioenergy*, 46, 453-458.

1.3.3 Obiettivi della task

L'obiettivo generale della Task è quello di realizzare cantieri ad elevata automazione in grado di gestire autonomamente specifiche operazioni in determinati settori culturali. A tal fine l'attività verrà sviluppata in relazione ai seguenti obiettivi specifici:

- valutazione delle necessità di meccanizzazione inerenti alle principali operazioni colturali;
- progettazione e sviluppo di cantieri mirati all'efficienza energetica ed al contenimento dei costi;
- valutazione della sostenibilità economica ed energetica dei cantieri sviluppati;
- promozione di attività dimostrative, divulgative e informative.

1.3.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

L'attività nella Task 1.3 verrà articolata in 4 linee, in relazione agli obiettivi sopra specificati, che avranno come output le relative deliverables.

Linea 1: valutazione delle necessità di meccanizzazione inerenti a determinate operazioni colturali
L'attività che verrà sviluppata in questa linea si articolerà nei punti seguenti:

- monitoraggio delle diverse operazioni colturali eseguite meccanicamente nelle principali coltivazioni erbacee ed arboree per individuare quelle che presentano la maggior predisposizione tecnica all'automazione
- individuazione delle operazioni colturali in funzione dell'operatore e del livello di attenzione richiesto
- definizione di una serie di operazioni automatizzabili che richiedono livelli di impegno decrescente per gli operatori e definizione del cantiere da sviluppare

Linea 2: progettazione e sviluppo di cantieri mirati all'efficienza energetica ed al contenimento dei costi

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

- valutazione della tipologia di cantiere e requisiti dimensionali/funzionali in relazione alla tipologia aziendale
- progettazione di cantiere autonomo e realizzazione primo prototipo
- Prove di campo e/o modifiche in opera

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, energetica ed ambientale del cantiere proposto rispetto alle soluzioni attualmente utilizzate per le medesime operazioni:

- a L'analisi prenderà in considerazione i principali parametri tecnici ed economici al fine di procedere alla definizione dei costi di esercizio e ad una comparazione del sistema proposto, rispetto ai sistemi costituiti dai tradizionali cantieri trattrice-operatrice
- b Valutazione degli aspetti tecnici, ambientali e normativi delle due tipologie di intervento

Linea 4: Promozione attività dimostrative, divulgative e informative

- a giornate dimostrative
- b convegni

1.3.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

Gli output previsti dalla task comprendono le seguenti deliverables:

D.1.3.1: Output dell'attività sulla linea 1.

Rapporto di valutazione sulle metodologie attualmente seguite per l'esecuzione delle principali operazioni colturali in funzione della predisposizione all'automazione ed al livello di impegno richiesto all'operatore, eventuale redazione di articoli scientifici su riviste nazionali ed internazionali inerenti la meccanizzazione dei processi produttivi della filiera produttiva, presumibilmente a partire dal secondo anno.

D.1.3.2: Output dell'attività sulla linea 2.

Report finale sulle linee progettuali del cantiere ad elevata automazione individuato e articoli scientifici relativi (in collegamento con le Linee 1 e 3).

D.1.3.3: Output dell'attività sulla linea 3.

Report finale e articoli scientifici relativi alla valutazione economica ed energetica del cantiere sviluppato (in collegamento con le Linee 1 e 2).

D.1.3.4: Output dell'attività sulla linea 4.

Report conclusivo su attività divulgativa svolta (giornate dimostrative, convegni, articoli).

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

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	Monitoraggio delle diverse operazioni colturali eseguite meccanicamente nelle principali coltivazioni erbacee ed arboree per individuare quelle che presentano la maggior predisposizione all'automazione	D.1.3.1

2	Individuazione delle operazioni colturali in funzione dell'operatore e del livello di attenzione richiesto	D.1.3.1
3	Definizione di una serie di operazioni automatizzabili che richiedono livelli di impegno decrescente per gli operatori e definizione del cantiere da sviluppare	D.1.3.1
4	Valutazione della tipologia di cantiere e requisiti dimensionali/funzionali in relazione alla tipologia aziendale	D.1.3.2
5	Progettazione di cantiere autonomo e realizzazione primo prototipo	D.1.3.2
6	Prove di campo e/o modifiche in opera	D.1.3.2
7	Prove di campo e/o modifiche in opera	D.1.3.2
8	Prove di campo e/o modifiche in opera	D.1.3.2
9	- Prove di campo e/o modifiche in opera - Giornate dimostrative	D.1.3.2, D.1.3.4
10	Prove di campo e/o modifiche in opera	D.1.3.2
11	- Giornate dimostrative - Convegni	D.1.3.4
12	L'analisi dei parametri tecnici ed economici al fine di procedere alla definizione dei costi di esercizio e ad una comparazione del sistema proposto, rispetto ai sistemi costituiti dai tradizionali cantieri trattrice-operatrice	D.1.3.3
13	Prove di campo e/o modifiche in opera	D.1.3.2
14	Valutazione degli aspetti tecnici, ambientali e normativi delle due tipologie di intervento	D.1.3.3
15	- Giornate dimostrative - Convegni	D.1.3.4

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

I risultati attesi sono riassumibili come segue:

- fornire indicazioni concrete sulle operazioni meccaniche automatizzabili in diversi cicli colturali con le tecnologie disponibili ed il quadro normativo vigente;
- individuare cantieri mirati allo svolgimento di specifici e ripetuti interventi;
- riduzione dei mezzi tecnici utilizzati operando interventi mirati e circoscritti;
- miglioramento delle condizioni di lavoro degli operatori non più presenti sulla macchina distributrice;
- valutazione della sostenibilità dal punto di vista tecnico ed economico;
- semplificazione degli aspetti costruttivi delle macchine agricole legati all'assenza di operatore (Cabina e livelli di protezione richiesti).

Ostacoli prevedibili sono da riferire principalmente alle competenze necessarie per la gestione e l'impiego di veicoli senza conducente in rispetto delle normative vigenti.

Le azioni correttive sono rappresentate dalla valutazione dell'impiego di personale formato ed idoneo su più veicoli operanti in areali ben definiti o secondo modalità meno restrittive.

1.3.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Il piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati prevede di:

- Realizzare pubblicazioni scientifiche sui risultati più rilevanti del progetto a partire dal secondo anno del progetto.
- Organizzare giornate dimostrative in campo e workshop ad hoc od in concomitanza con interventi colturali programmati, da realizzarsi dal terzo 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.

1.3.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 1.3.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 1.3.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 1.4: Sviluppo e testing sperimentale di algoritmi per la stima efficiente dei consumi delle lavorazioni agricole (ettaro-coltura)

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

Nel comparto agricolo sono in uso vari tipi di tool decisionali e software di supporto per l'analisi tecnica gestionale delle colture e/o allevamenti e degli appezzamenti di terreno delle aziende agricole (ettaro-coltura). Tali strumenti sono integrati dalle informazioni relative alle dotazioni tecniche e strumentali disponibili in azienda. Non risultano invece disponibili strumenti software di tipo open source che, basandosi sulle caratteristiche tecniche, energetiche ed operative delle diverse macchine ed attrezzature disponibili sul mercato, possano supportare le scelte decisionali dell'imprenditore nell'acquisto e nell'utilizzo del parco macchine dell'azienda. Tali strumenti potrebbero fornire un importante contributo per l'utilizzo corretto e sostenibile delle macchine ed attrezzature e ridurre il consumo di combustibile e, conseguentemente, delle emissioni di CO₂ dovute alla sua combustione.

Nello scenario agricolo nazionale il contenimento dei costi di produzione è sempre stato al centro dell'attenzione degli imprenditori ed oggi, a seguito della promulgazione delle disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (legge di stabilità 2015), risulta ancor più rilevante. Tale legge infatti stabilisce che i consumi medi standardizzati di gasolio da ammettere all'impiego agevolato di cui al decreto del Ministro delle politiche agricole e forestali 26 febbraio 2002, dopo le precedenti riduzioni già effettuate nel 2013 e nel 2014, siano ridotti a decorrere dal 1° gennaio 2015 del 23%. Con la nota del 08.01.2015 e del 09/01/2015, il MiPAAF ha specificato, che in ottemperanza a quanto previsto dall'art. 6 della Legge 98/2013), alla già citata riduzione va ad aggiungersi, una ulteriore percentuale di riduzione del 3,43%. In totale quindi, la riduzione per l'anno 2015 è pari al 25.64% della tabella allegata al DM 26-2-2002.

Appare evidente che la riduzione del beneficio della riduzione delle accise rappresenta un aumento dei costi che l'imprenditore agricolo deve fronteggiare con opportuni interventi di miglioramento dell'ottimizzazione dei processi produttivi attraverso l'aumento sostenibile dell'efficienza nell'utilizzo delle risorse energetiche utilizzate negli agro-ecosistemi.

Il problema è comune alle filiere bioenergetiche agricole e forestali. In queste ultime, il ricorso ad operazioni quali la cippatura e le difficoltà logistiche legate alla difficile accessibilità della risorsa possono causare un rilevante aumento dei consumi energetici. In tale contesto, la disponibilità di strumenti in grado di favorire una valutazione complessiva dei consumi energetici e delle emissioni generate da diverse modalità di lavoro alternative può assumere un grande valore strategico in termine di contenimento del dispendio energetico e degli effetti climalteranti.

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

Task leader:

Corrado Costa - UO CREA-ING, nel 1998 ha conseguito una Laurea in Scienze Biologiche con lode e nel 2004 ha conseguito il Dottorato di Ricerca in Biologia Evoluzionistica ed Ecologia (XVI ciclo) presso l'Università degli Studi di Roma Tor Vergata. Nel 2001 è Assistente Ingegnere presso il Monterey Bay Aquarium Research Institute (MBARI), Monterey – California (USA). Dal 2008 al 2010 è titolare di un Assegno di Ricerca presso l'Unità di ingegneria agraria del Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura (CREA-ING; Monterotondo). Dal 2010 è Ricercatore a tempo indeterminato presso il CREA-ING. Dal 2009 al 2013 è stato Vice-Presidente della sezione VII "Tecnologie informatiche e della comunicazione" dell'associazione Italiana di Ingegneria Agraria (A.I.I.A.) e membro della European Society of Agricultural Engineers (EurAgEng), della

CIGR (International Commission of Agricultural Engineering) e dei CIGR Working Groups on Image Analysis e Logistics. Responsabile Scientifico di un'unità operativa di un Progetto Europeo e di 2 progetti nazionali, Collaboratore in 5 progetti di ricerca internazionali e oltre 30 nazionali. Dall'A.A. 2003-2004 è relatore di diverse tesi di laurea in Biologia e Scienze Naturali e cultore della materia in Biologia della Pesca ed Acquacoltura, Zoogeografia, Zoologia Evolutiva e Biologia Marina. Editorial Board Member di 4 riviste internazionali e dal 2006 reviewer per oltre 40 riviste internazionali con IF. Vincitore del premio per la migliore ricerca pubblicata da personale CREA nell'anno 2011. Ha 3 brevetti, 219 pubblicazioni di cui 88 con Impact Factor (IF medio = 2.0) e 5 capitoli di libri internazionali [h-Index (ISI-JCR) = 17; g-index (ISI-JCR) = 25].

Partecipanti:

Marco Fedrizzi - UO CREA-ING, è ricercatore presso il CREA-ING di Monterotondo (RM) dal 1989 e nell'ambito dell'agroenergia ha partecipato al progetto finanziato dal Mi.P.A.A.F. "Floricoltura: Logistica e Risparmio Energetico" (F.Lo.R.Ener; 2006, 3 anni) nel corso del quale ha depositato le domande di brevetto per invenzione industriale RM2010A000341 "Dispositivo e procedimento per la gestione del flusso dei fluidi nelle tubazioni coassiali degli impianti idraulici di condizionamento termico, in particolare in agricoltura" ed RM2010A000658 "Impianto collettore per impianti idraulici di condizionamento termico, in particolare in agricoltura". È autore di oltre 150 pubblicazioni scientifiche.

Daniele Pochi - UO CREA-ING, (vedi Paragrafo 1.8, pag. 22).

Giulio Sperandio - UO CREA-ING, Ricercatore, Ph.D. È nato a Guidonia Montecelio (RM) l'11/03/1959. Ha conseguito la Laurea in Scienze Agrarie nel 1987 (110/110 e lode), presso l'Università degli Studi della Tuscia di Viterbo. Nel 1989 ha ottenuto l'abilitazione all'esercizio della professione di Agronomo. Dal 1988 al 1990, ha lavorato a contratto presso l'Università della Tuscia di Viterbo e presso INEA. Dal 1990 al 1995 è stato ricercatore presso il Centro di Sperimentazione Agricola e Forestale della Società Agricola e Forestale (SAF SpA) dell'ENCC. Dal 2008 è ricercatore nel CREA-ING. Attualmente svolge attività di ricerca su problematiche tecniche ed economiche inerenti alla meccanizzazione forestale in genere, alle utilizzazioni dei boschi e di piantagioni artificiali, alla valutazione dei costi d'esercizio delle macchine agroforestali e all'analisi dei cantieri forestali a meccanizzazione avanzata nei pioppeti. Effettua analisi tecniche e bilanci economici ed energetici della filiera legno-energia. Ha partecipato e partecipa attualmente a vari progetti di ricerca nell'ambito di programmi europei, nazionali e regionali: È autore di oltre 130 pubblicazioni scientifiche.

Roberto Fanigliulo - UO CREA-ING, (vedi Task 1.1).

Collaborazioni esterne:

- Raffaele Spinelli, lavora come Ricercatore TI presso il CNR-IVALSA di Sesto Fiorentino. Laureato in Scienze Forestali presso l'Università della Tuscia nel 1985, ha ricevuto il PhD in Forest Engineering presso l'University College Dublin – National University of Ireland nel 2007, con un'innovativa tesi su un modello informatico per il calcolo dei costi di raccolta nelle piantagioni da biomassa di Eucalyptus. Ha pubblicato 111 articoli su riviste internazionali con IF, ed ha un H-index (scopus) pari a 17. È stato responsabile scientifico per la parte CNR in 15 progetti Europei, e 4 Azioni COST (in due casi è stato Vice-chairman dell'Azione).

- Ente Nazionale per la Meccanizzazione Agricola (ENAMA) è riconosciuto ai sensi del DPR 361/2000 ed è la struttura operativa creata per offrire al settore meccanico agrario un efficace strumento di supporto per una migliore competitività, tecnologia e riconoscimento delle prestazioni e sicurezza delle macchine agli operatori. L'ENAMA si occupa delle problematiche nel settore tra cui ricordiamo le complesse norme di prestazioni, sicurezza, protezione ambientale (UNI, EN, ISO,

OCSE, etc) e circolazione stradale delle macchine agricole, la certificazione, le nuove tecnologie applicate, i combustibili agevolati ecc. I centri specializzati presso le strutture operative offrono la possibilità di svolgere test e verifiche di ogni tipo dai trattori alle macchine operatrici ed alla componentistica a livello internazionale offrendo anche attestati di altri importanti strutture estere aderenti all'Entam.

Nel progetto esecutivo finanziato all'ENAMA dal MiPAAF "Programma per la promozione, lo sviluppo, la ricerca, l'innovazione ed il miglioramento dell'efficienza energetica delle filiere agroenergetiche nazionali – Energia dall'Agricoltura –ENAGRI" (Decreto n.34927 del 9 agosto 2013 si presuppone un'attività congiunta con il CREA (sviluppata in questo progetto AGROENER).

Pubblicazioni

- Costa C, Sperandio G, Verani S, 2014. Use of multivariate approaches in biomass energy plantation harvesting: logistic advantages. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal, Special issue 2014, Agri-food and biomass supply chains*: 71-80.
- Fanigliulo R, Pochi D, Volpi C, Santoro G, 2004. Sistema mobile per la valutazione delle prestazioni in campo delle operatrici agricole. *Rivista di Ingegneria Agraria*, 4, 89-95.
- Fanigliulo R, Pochi D, 2010. La richiesta di lavoro ed energia delle macchine per la lavorazione tradizionale e conservativa del terreno. *Mondo Macchina*, 5-6, 54-60.
- Fanigliulo R, Pochi D, 2011. Air-flow distribution efficiency of a precision drill used in the sowing of different graded seeds. *Journal of Agricultural Science and Technology B*, 1(5), 655-662.
- Fanigliulo R, Biocca M, Fedrizzi M, Pagano M, Pochi D, 2012. Evaluation of energy requirements and residue burial efficiency of three primary tillage methods in a heavy clay soil. *Proc. Int. Conf. of Agricultural Engineering, CIGR-AgEng 2012, Valencia, Spain, July 8-12*.
- Ormoli L, Costa C, Negri S, Perenzin M, Vaccino P, 2015. Diversity trends in bread wheat in Italy during the 20th century assessed by traditional and multivariate approaches. *Scientific Reports*, 5, 8574.
- 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.
- Pochi D, Fanigliulo R, 2010. Testing of soil tillage machinery. In: Dedousis A. and Bartzanas T. (ed) *Soil Engineering, "Soil Biology" Book Series*, 20(10), 147-168. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.
- Verani S, Sperandio G, 2014. Ceduo di eucalipto a fini energetici. Uno studio sui costi e produttività della lavorazione. *Sherwood*, 202, 25-28.
- Sgarbossa A, Costa C, Menesatti P, Antonucci F, Pallottino F, Zanetti M, Grigolato S, Cavalli R, 2014. Colorimetric patterns of wood pellets and their relations with quality and energy parameters. *Fuel*, 137, 70-76.
- Sgarbossa A, Costa C, Menesatti P, Antonucci F, Pallottino F, Zanetti M, Grigolato S, Cavalli R, 2015. A multivariate SIMCA index as discriminant in wood pellet quality assessment. *Renewable Energy*, 76, 258-263.
- Spinelli R, Ward SM, Owende PM, 2009. A harvest and transport cost model for *Eucalyptus* spp. fast-growing short rotation plantations. *Biomass and bioenergy*, 33(9), 1265-1270.
- Spinelli R, Schweier J, De Francesco F, 2012. Harvesting techniques for non-industrial biomass plantations. *Biosystems Engineering*, 113(4), 319-324.
- Valente C, Spinelli R, Hillring BG, 2011. LCA of environmental and socio-economic impacts related to wood energy production in alpine conditions: Valle di Fiemme (Italy). *Journal of Cleaner Production*, 19(17), 1931-1938.

1.4.3 Obiettivi della task

L'obiettivo che si pone il presente lavoro consiste nello sviluppo di un supporto software di analisi preventiva delle diverse componenti dei costi economici e dei consumi di combustibili fossili e delle conseguenti emissioni di CO₂ che si verificano in occasione dell'esecuzione delle operazioni colturali necessarie per il ciclo colturale (ettaro-coltura). Tale supporto, applicabile alle operazioni colturali delle varie linee di meccanizzazione presenti nell'agricoltura e selvicoltura italiane, permetterà in fase di programmazione delle operazioni colturali, di prevedere e selezionare interventi meccanizzati che consentono di ottimizzare i consumi di combustibile e le emissioni di CO₂ e di contenere i costi economici sostenuti per la unità di prodotto ottenuto.

1.4.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

L'attività nella task 1.4 sarà articolata in 3 linee, di seguito specificate, che avranno come output tre deliverable:

Lo sviluppo del supporto software sarà basato sull'applicazione della metodologia.

Elaborazione dei parametri tecnici, energetici ed economici relativi all'applicazione.

Calcolo del differenziale delle norme di competitività (metodo CIOSTA per rilevazione tempi di lavoro; metodo competitività analitico di calcolo dei costi macchina).

Verrà utilizzata un'architettura software di riferimento di tipo two-tier (client – server) per la possibilità di combinare sul server i livelli di logica dell'applicazione e di gestione delle risorse che consente di mantenere una certa efficienza.

1.4.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.1.4.1: Ricerca bibliografica inerente le metodologie multivariate.

D.1.4.2: Ricerca bibliografica dei dati inerenti le operazioni colturali agricole.

D.1.4.3: Ricerca bibliografica dei dati inerenti le operazioni forestali.

D.1.4.4: Sviluppo dei modelli matematici multivariati.

D.1.4.5: Sviluppo del software ed integrazione sul sito internet.

D.1.4.6: Pubblicazioni su rivista scientifica, attività di divulgazione a convegni, attività di formazione. Valutazioni di eventuali varianti dell'impianto sperimentale.

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

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	Riunioni di inizio progetto	D.1.4.1, D.1.4.2, D.1.4.3, D.1.4.4
	2	Ricerca bibliografica	D.1.4.1, D.1.4.2, D.1.4.3
	3	Ricerca bibliografica	D.1.4.1, D.1.4.2, D.1.4.3
	4	Ricerca bibliografica	D.1.4.1, D.1.4.2, D.1.4.3
	5	Studio di fattibilità e progettazione del software.	D.1.4.5
	6	Sviluppo e validazione dei modelli di statistica multivariata	D.1.4.4
	7	Sviluppo e validazione dei modelli di statistica multivariata	D.1.4.4

8	Sviluppo e validazione dei modelli di statistica multivariata. Divulgazione dei risultati su pubblicazioni scientifiche.	D.1.4.4, D.1.4.6
9	Divulgazione dei risultati su pubblicazioni scientifiche. Integrazione dei modelli su software	D.1.4.5, D.1.4.6
10	Integrazione dei modelli su software	D.1.4.5
11	Integrazione del software su web	D.1.4.5
12	Test beta del software sul web	D.1.4.5
13	Test beta del software sul web	D.1.4.5
14	Divulgazione dei risultati su pubblicazioni scientifiche.	D.1.4.6
15	Divulgazione dei risultati su pubblicazioni scientifiche.	D.1.4.6

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

- Incentivare la sensibilità degli operatori all'uso di tecniche o macchine più efficienti nell'uso dei combustibili fossili e nella riduzione delle emissioni di gas serra;
- migliorare la disponibilità di strumenti analitici per l'analisi preventiva dei costi economici delle operazioni colturali in agricoltura e selvicoltura;
- riduzione delle emissioni di gas serra;
- Favorire nelle imprese un uso più razionale e sostenibile dell'energia e delle risorse incoraggiando gli investimenti e le ristrutturazioni dei parchi macchine aziendali;
- ridurre i costi e migliorare la qualità;
- per risolvere i problemi di disponibilità e di compatibilità del software prodotto, ne verranno distribuite copie tramite sito web del CREA e sarà sviluppato in versioni compatibili con i principali e più diffusi SISTEMI OPERATIVI.

1.4.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

- Trasferimento dei risultati attraverso il sito web del CREA ed altri canali di divulgazione.

1.4.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 1.4.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 1.4.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 1.5: Agricoltura di precisione come tool di efficientamento energetico, ambientale ed economico

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

La recente crisi economica ha avuto un impatto aggiuntivo sulle già presenti normative inerenti la riduzione delle emissioni di gas serra. Ciò si somma ad una richiesta energetica continua ed in aumento nonché alla diminuita disponibilità di risorse ed a diffuse problematiche ambientali. Tale situazione può e deve essere intesa come un'occasione per un impulso alla modernizzazione dell'economia europea per renderla più competitiva. L'agricoltura di precisione (AP) rappresenta in tal senso una grande opportunità per un efficientamento ambientale, economico ed energetico. L'agricoltura di precisione è rappresentata da tutte le strategie gestionali che si avvalgono di sistemi e strumentazioni moderne volte al governo della variabilità colturale, zootecnica ed ambientale ed alla conseguente esecuzione di interventi agronomici e zootecnici che tengano conto delle effettive esigenze (quasi) a livello individuale e delle caratteristiche biochimiche e fisiche del suolo. Tali tecnologie stanno emergendo come principali key factor in grado di efficientare in modo sostenibile il sistema della produzione agricola (intensificazione sostenibile) ottimizzando i consumi dei fattori di produzione, in primis i consumi energetici, in funzione delle migliori rese. Le macchine agricole e le tecnologie, soprattutto ICT, hanno un ruolo fondamentale nello sviluppo e nelle applicazioni dell'AP che tuttavia devono essere sperimentate rispetto ai variegati contesti agroproduttivi Italiani per valutarne attentamente costi-benefici per il sistema e per l'agricoltore. Lo sviluppo dell'agricoltura di precisione è stato reso possibile, a partire dai primi anni '90, dalla disponibilità di un assetto tecnologico articolato in tre livelli: 1) posizionamento geografico (GPS, GLONASS, GSN), 2) informazione geografica (GIS) e 3) applicazioni (ad es.: sensori - remoti o prossimali - attuatori per il dosaggio variabile, il controllo delle sezioni, i sistemi di guida, ecc.) il cui sviluppo è in continua crescita.

La disponibilità di tale assetto tecnologico consente l'applicazione dell'AP che prevede quattro fasi attuative: 1) il monitoraggio di dati (ambientali, produttivi, pedologici, meccanici, ecc.), 2) l'analisi, 3) la decisione/azione e 4) il controllo. Questi quattro pilastri sono finalizzati alla gestione sostenibile delle risorse (fertilizzanti e nutrienti, sementi, prodotti fitosanitari, carburanti, acqua, suolo, ecc.) per mezzo del controllo delle macchine che le gestiscono.

Le applicazioni già da oggi disponibili sono raggruppabili, indicativamente, nei seguenti gruppi:

- Guida assistita: grazie al supporto del sistema satellitare e ad un monitor installato in cabina aiuta a mantenere traiettorie più precise rispetto alla guida totalmente manuale permettendo di ridurre le oscillazioni trasversali del veicolo (e, quindi le sovrapposizioni) e permettendo velocità più elevate;
- Dose Variabile: consente la distribuzione di dosi variabili di prodotto (concime, sementi, prodotti fitosanitari) in funzione delle esigenze. Tali esigenze possono essere predeterminate e preregistrate (mappe di prescrizione) oppure misurate in tempo reale con sensori prossimali (ad es.: sensori NDVI per l'azoto). Richiede macchine operatrici (atomizzatori, spandiconcime, spandilquame, spandiletame, ecc.) dotate di sistemi di variazione della portata indipendenti dalla velocità;
- Guida automatica: si basa su un sistema di guida elettro-idraulica montato sul trattore o su altre tipologie di macchine semoventi agricole. Il veicolo adegua automaticamente la traiettoria ottenendo velocità più elevata e minime sovrapposizioni trasversali. La precisione di guida può essere di 2 cm utilizzando i sistemi RTK;
- Sensori prossimali. Consentono analisi fisiologiche sullo stato delle colture in tempo reale (ad esempio tenore in clorofilla) fornendo indicazioni all'operatore e/o input operativi alle macchine operatrici con cui dialogano (es.: NDVI, NIR, ecc.);

- Controllo delle sezioni. Consente di evitare la sovrapposizione di prodotti (ad esempio diserbanti, concimi, sementi) lungo i bordi degli appezzamenti o lungo le testate. Richiede macchine operatrici (barre distributrici, seminatrici, ecc.) dotate di sezioni azionabili indipendentemente;
- ISOBUS. Consente di realizzare la comunicazione di dati tra il trattore e le varie macchine operatrici. Tale controllo è personalizzabile dall'operatore in funzione delle esigenze e riguarda l'ottimizzazione dei parametri di funzionamento delle macchine;
- Traffico controllato. Riduce il passaggio incontrollato delle macchine sugli appezzamenti limitando il compattamento del suolo fino all'85% selezionando percorsi preferenziali su cui tutte le macchine dei diversi cantieri verranno indirizzate;
- Mappatura delle produzioni. Nelle mietitrebbiatrici e nelle trincia caricatrici attuali è possibile abbinare i sistemi di misura delle quantità caricate con la posizione geografica in cui tali quantità sono state raccolte, permettendo di tracciare mappe di produzione, utili per definire strategie future di ottimizzazione in modo da ridurre le eventuali differenze rilevate tra appezzamento ed appezzamento, ma anche all'interno dello stesso appezzamento.

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

Task leader

Carlo Bisaglia - UO CREA-ING, (vedi paragrafo 1.8, pag. 17).

Partecipanti:

Corrado Costa - UO CREA-ING, (vedi Task 1.4).

Daniele Pochi - UO CREA-ING, (vedi paragrafo 1.8, pag. 22).

Maurizio Cutini - UO CREA-ING (vedi Task 1.1).

Alberto Assirelli - UO CREA-ING, (vedi Task 1.2).

Elio Romano - UO CREA-ING, laureato in Scienze Agrarie presso la Facoltà di Agraria dell'Università di Catania, nel 1997, presso il medesimo ateneo, ha conseguito il Dottorato di Ricerca in Ingegneria Agraria (XV ciclo) discutendo la tesi su "*Valutazione del danneggiamento di arance assoggettate a sollecitazioni meccaniche*" occupandosi delle problematiche della meccanizzazione del post-raccolta del comparto orto-floricolo anche successivamente grazie ad un assegno di ricerca dal 1999 al 2006. Dal 2006 è ricercatore a tempo indeterminato presso il laboratorio di Treviglio del CREA-ING. Il dott. Romano è autore di 126 pubblicazioni scientifiche a diffusione nazionale e internazionale e di diversi rapporti di prova ufficiali. È membro della Società Italiana di Ergonomia e della commissione OCM Ortofrutta del MiPAAF. Le ricerche condotte sulle problematiche delle colture protette hanno tratto origine dalla partecipazione al progetto FLORENER finanziato dal MiPAAF relativo allo studio dell'ottimizzazione del bilancio energetico per una riduzione dell'impatto ambientale delle coltivazioni di piante ornamentali o da fiore reciso in strutture protette.

Massimo Brambilla - UO CREA-ING, laureato in Scienze Agrarie presso la Facoltà di Agraria dell'Università cattolica del Sacro Cuore, nel 2002 (a.a. 1995/1996), presso il medesimo ateneo, ha conseguito il Dottorato di Ricerca in Chimica Agraria (XIV ciclo) approfondendo lo studio dei flussi di radioattività in piante di interesse agrario e occupandosi della creazione e calibrazione di modelli dinamici per la previsione e la gestione dell'inquinamento radioattivo dei frutti di pomodoro da industria. Dal 2004 al 2011, con l'Università degli Studi di Milano (Dipartimento

VSA), si è occupato di olfattometria dinamica, analisi sensoriale e studio della dispersione atmosferica degli inquinanti mediante modello Gaussiano e dello sfruttamento energetico degli effluenti zootecnici per la produzione di biogas (determinazione del potenziale metanigeno delle biomasse; monitoraggio e ottimizzazione dei parametri di processo degli impianti biogas). Dal 2012 è ricercatore a tempo indeterminato presso il laboratorio di Treviglio del CREA-ING.

Collaborazioni esterne:

- Ente Nazionale per la Meccanizzazione Agricola (ENAMA) è riconosciuto ai sensi del DPR 361/2000 ed è la struttura operativa creata per offrire al settore meccanico agrario un efficace strumento di supporto per una migliore competitività, tecnologia e riconoscimento delle prestazioni e sicurezza delle macchine agli operatori. L'ENAMA si occupa delle problematiche nel settore tra cui ricordiamo le complesse norme di prestazioni, sicurezza, protezione ambientale (UNI, EN, ISO, OCSE, etc) e circolazione stradale delle macchine agricole, la certificazione, le nuove tecnologie applicate, i combustibili agevolati ecc. I centri specializzati presso le strutture operative offrono la possibilità di svolgere test e verifiche di ogni tipo dai trattori alle macchine operatrici ed alla componentistica a livello internazionale offrendo anche attestati di altri importanti strutture estere aderenti all'Entam.

Nel progetto esecutivo finanziato all'ENAMA dal MiPAAF "Programma per la promozione, lo sviluppo, la ricerca, l'innovazione ed il miglioramento dell'efficienza energetica delle filiere agroenergetiche nazionali – Energia dall'Agricoltura –ENAGRI" (Decreto n.34927 del 9 agosto 2013 si presuppone un'attività congiunta con il CREA (sviluppata in questo progetto AGROENER).

- Unione Nazionale Impresa di Meccanizzazione Agricola (UNIMA): è l'unione delle Associazioni a cui aderiscono le imprese di meccanizzazione agricola (agromeccaniche) che svolgono l'attività del contoterzismo prevalentemente nel settore dell'agricoltura dell'ambiente e del territorio.

Pubblicazioni

- Antonucci F, Menesatti P, Iori A, Pallottino F, D'Egidio MG, Costa C, 2013. Thermographic medium-far ground-based proximal sensing for in-field wheat *Stagonospora nodorum* blotch detection. *Journal of Plant Disease and Protection*, 120(5/6), 205-208.
- Bisaglia C., Belle Z., van den Berg G., Pompe J.C.A.M. 2012. Automatic vs. Conventional Feeding Systems in Robotic Milking Dairy Farms: a Survey in The Netherlands. In: International Conference of Agricultural Engineering CIGR-AgEng 2012 "Agriculture & Engineering for a Healthier Life", 8-12 July, Valencia (Spain). Pen drive full paper n. C 0979, p. 1-6. ISBN: 84-615-9928-4; 978-84-615-9928-8.
- Bisaglia, C., Cutini, M., Romano, E., Nucci, F., Provolo, G., Riva, E., Oberti, R. 2010. F.lo.r.ener. a model focuses on energy management for greenhouses. International Conference Ragusa SHWA2010 614-620.
- Brambilla M., Calcante A., Oberti R., Bisaglia C. 2015. Slurry tanker retrofitting with variable rate dosing system: a case study. In: Precision agriculture '15, p. 361-368. 10th European Conference on Precision Agriculture. 12-16 July, Tel-Aviv (Israel). Ed. Wageningen Academic Publishers, 2015. ISBN: 978-90-8686-267-2; e-ISBN: 978-90-8686-814-8.
- Costa C, Antonucci F, Pallottino F, Aguzzi J, Sun DW, Menesatti P, 2011. Shape analysis of agricultural products: a review of recent research advances and potential application to computer vision. *Food and Bioprocess Technology*, 4, 673-692.
- Mattachini G., Riva E., Bisaglia C., Pompe J.C.A.M., Provolo G. 2013. Focal sampling to assess cow lying behavior for on-farm automated monitoring animal welfare assessment. In: Precision livestock farming '13, p. 502-510. 6th European Conference on Precision Livestock Farming. 10-12 September, Leuven (Belgium). Ed. by D. Berckmans and J. Vandermeulen, 2013.

- Menesatti P, Antonucci F, Pallottino F, Giorgi S, Matere A, Nocente F, Pasquini M, D'Egidio MG, Costa C, 2013. Laboratory vs. in-field spectral proximal sensing for early detection of Fusarium head blight infection in durum wheat. *Biosystems Engineering*, 114, 289-293.
- Romano E., Nucci F., Bisaglia C. 2011. Theoretical approach for a sensitive analysis of the influence of external factors on greenhouse microclimate. In: *Proceedings of the International Symposium on Engineering the Modelling, Monitoring, Mechanization and Automation Tools for Precision Horticulture*, August 22-27, Lisbon (Portugal). *Acta Horticulturae* 919: 81-88. ISBN: 978-90-6605-564-3; ISSN: 0567-7572.
- Stazi SR, Antonucci F, Pallottino F, Costa C, Marabottini R, Petruccioli M, Menesatti P, 2014. Hyperspectral visible-near infrared determination of Arsenic concentration in soil. *Communications in soil science and plant analysis*, 45, 2911-2920.

1.5.3 Obiettivi della task

L'azione si concentrerà su valutazioni e sperimentazioni di macchine e tecnologie di AP (ISOBUS, autoguida, posizionamento RTK, mappatura delle rese, gestione della flotta, sw di controllo consumi, manutenzione in remoto, rateo variabili, sensori di vigore, ecc.) con l'obiettivo primario di misurare gli effettivi risparmi in termini di consumi energetici, di emissioni e di più generale impatto ambientale, sempre in considerazione dell'efficacia di produzione. Secondo diversi autori, con i sistemi AP più evoluti sarebbe possibile ottenere una riduzione dei tempi di lavoro e dei consumi di carburante (e delle emissioni) tra il 15 e il 20%. I sistemi di AP si stanno diffondendo rapidamente in agricoltura, principalmente tra i contoterzisti che possono offrire una maggiore capacità di ammodernamento e gestione del parco macchine. Per questo motivo si farà anche riferimento ad una partnership con UNIMA (Unione Nazionale Imprese di Meccanizzazione Agricola) socio di ENAMA.

L'obiettivo generale della Task è quello di analizzare le principali applicazioni oggi disponibili nei principali comparti quali: cerealicolo, frutticolo, orticolo e zootecnico.

A tal fine l'attività verrà sviluppata in quattro linee principali:

1. Valutazione delle maggiori tecnologie di AP disponibili nei comparti cerealicolo, frutticolo, orticolo e zootecnico con particolare riferimento ai sistemi di guida automatica;
2. Valutazione del contributo delle macchine operatrici all'AP;
3. Valutazione dei risparmi in termini energetici ottenibili in tali comparti con l'applicazione delle tecnologie di AP disponibili;
4. Valutazione economica su larga scala dell'impiego di sensoristica di agricoltura di precisione utilizzata per le principali operazioni colturali;
5. Azioni di dimostrazione e di divulgazione dei risultati.

1.5.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

L'attività nella Task 1.5 verrà articolata in 4 linee, in relazione agli obiettivi sopra specificati, che avranno come output le relative deliverables.

Linea 1: Valutazione delle principali tecnologie di AP disponibili nei comparti cerealicolo, frutticolo, orticolo e zootecnico

L'attività si articolerà come segue:

- Ricognizione delle principali applicazioni tecnologiche di AP disponibili nei diversi comparti con particolare considerazione delle peculiarità italiane rispetto ad altre realtà produttive,
- Confronto tra le applicazioni convenzionali (ad esempio guida manuale) e le applicazioni di AP (ad esempio guida automatica).

Linea 2: Valutazione del contributo delle macchine operatrici all'AP

L'attività si articolerà come segue:

- Ricognizione delle possibili impieghi delle macchine operatrici nel quadro dell'AP (categorie di interventi/operazioni e tipologie di macchine per la loro esecuzione) e dei più diffusi sistemi di comunicazione e trasferimento dati fra trattore e operatrice (CAN-BUS, ISO-BUS ecc.), tramite opportuni dispositivi attuatori, al fine di liberare il trattorista dalle sue funzioni di regolazione delle operatrici stesse nel corso della lavorazione in campo.
- Test dei sistemi di comunicazione fra trattore e operatrice per il controllo automatico e puntuale delle operazioni di campo e per la valutazione della qualità del lavoro effettivamente svolto. Le prove hanno lo scopo di verificare l'opportuna integrazione tra tecnologie elettroniche, informatiche e pratiche agronomiche, ed in particolare la corrispondenza fra le impostazioni impartite dai sistemi informatici ed elettronici e l'esecuzione effettuata dagli organi meccanici e idraulici delle macchine (sia su colture in atto che su terreno) nonché la capacità di sistemi di marche diverse di trattori e operatrici di dialogare fra loro.
- Valutazione di eventuali sistemi AP innovativi riferibili sia ai canoni classici (conservazione della fertilità, ridotto impatto sull'ambiente, ridotte richieste di energia, elevata efficienza operativa) che ad aspetti della sicurezza e salvaguardia della salute dell'operatore.
- Realizzazione di un dispositivo mobile attrezzato per il rilievo di parametri chimico-fisici del terreno. Il dispositivo ha la funzione di effettuare la ricognizione di singole aree omogenee del terreno per ottenerne la mappatura (relativamente ai parametri misurati) ed indirizzare in modo ottimale le operazioni (lavorazioni, semina, trattamenti e concimazioni) da eseguire attraverso l'impostazione dei sistemi di AP presenti sulle macchine.

Linea 3: Valutazione dei risparmi in termini energetici ottenibili nei comparti oggetto di studio con l'applicazione delle tecnologie disponibili

L'attività si articolerà come segue:

- Valutazione energetica delle applicazioni di AP considerando non solo eventuali risparmi energetici diretti, ma anche le sostituzioni rese possibili da tali tecnologie (ad es.: riduzione dei concimi azotati e di conseguenza riduzione dell'energia necessaria per ottenerli);
- Valutazione, ove possibile, secondo modalità LCA (Life Cycle Assessment) della sostenibilità delle tecniche di AP.

Linea 4: Valutazione economica su larga scala dell'impiego di sensoristica di agricoltura di precisione utilizzata per le principali operazioni colturali

L'attività che verrà sviluppata in questa linea si articolerà come segue:

- Ricognizione dei principali sensori utilizzati in agricoltura di precisione;
- Testing e confronto delle tecnologie di agricoltura di precisione le principali operazioni colturali rispetto agli utilizzi tradizionali;
- Valutazione economica.

Linea 5: Azioni di dimostrazione e di divulgazione dei risultati

L'attività che verrà sviluppata in questa linea si articolerà come segue:

- giornate dimostrative;
- convegni.

1.5.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

Gli output previsti dalla task comprendono le seguenti deliverables:

D.1.5.1 Output dell'attività sulla linea 1:

Repertorio delle tecnologie di AP disponibili per i principali settori produttivi (cerealicolo, frutticolo, orticolo e zootecnico) in considerazione delle peculiarità caratteristiche dell'assetto produttivo italiano.

Linee guida e di orientamento per eventuali opzioni aziendali

D.1.5.2 Output dell'attività sulla linea 2:

Classificazione delle operazioni maggiormente interessate dall'AP, delle relative macchine operatrici e dei sistemi di controllo della loro esecuzione;

Metodologia di prova per la valutazione delle prestazioni in campo dei principali sistemi di controllo e della compatibilità fra sistemi di controllo ed esecuzione con diverse interfacce (possibilità di certificazione);

Redazione di Report ufficiali di prova che riporteranno i risultati sia dei test di valutazione di eventuali sistemi coltivazione innovativi che di ciascun accoppiamento trattore-operatrice testato direttamente in campo;

Disponibilità di uno strumento per il monitoraggio e la mappatura dello stato fisico-chimico e idrologico dei terreni per indirizzare gli interventi.

D.1.5.3 Output dell'attività sulla linea 3:

Test di confronto tra tecnologie meccaniche tradizionali e tecnologie di AP;

Report di valutazione energetica e di sostenibilità ambientale (LCA).

D.1.5.4 Output dell'attività sulla linea 4:

Test di confronto tra metodi tradizionali e agricoltura di precisione;

Report di valutazione economica.

D.1.5.5 Output dell'attività sulla linea 5:

Giornate dimostrative

Convegni e pubblicazioni

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

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	Reperimento tecnologie di AP nei quattro comparti individuati (cerealicolo, frutticolo, orticolo e zootecnico)	D.1.5.1
		Classificazione operazioni interessate dall'AP, macchine operatrici e sistemi di controllo della loro esecuzione	D.1.5.2
	2	Reperimento tecnologie di AP nei quattro comparti individuati (cerealicolo, frutticolo, orticolo e zootecnico)	D.1.5.1
		Classificazione operazioni interessate dall'AP,	D.1.5.2

		macchine operatrici e sistemi di controllo della loro esecuzione	
	3	Test di confronto tra metodi tradizionali e agricoltura di precisione Risultati test di valutazione di sistemi coltivazione innovativi;	D.1.5.1 D.1.5.2
	4	Risultati test di valutazione di sistemi coltivazione innovativi; Test di confronto tra metodi tradizionali e agricoltura di precisione	D.1.5.2 D.1.5.3
	5	Metodologia di prova valutazione delle prestazioni in campo dei sistemi di controllo e della compatibilità fra sistemi con diverse interfacce; Test di confronto tra metodi tradizionali e agricoltura di precisione	D.1.5.2 D.1.5.3
	6	Metodologia di prova valutazione delle prestazioni in campo dei sistemi di controllo e della compatibilità fra sistemi con diverse interfacce; Test di confronto tra metodi tradizionali e agricoltura di precisione	D.1.5.2 D.1.5.3
	7	Metodologia di prova valutazione delle prestazioni in campo dei sistemi di controllo e della compatibilità fra sistemi con diverse interfacce; Test di confronto tra metodi tradizionali e agricoltura di precisione	D.1.5.2 D.1.5.4
	8	Metodologia di prova valutazione delle prestazioni	D.1.5.2

		in campo dei sistemi di controllo e della compatibilità fra sistemi con diverse interfacce; Test di confronto tra metodi tradizionali e agricoltura di precisione	D.1.5.4
	9	Metodologia di prova valutazione delle prestazioni in campo dei sistemi di controllo e della compatibilità fra sistemi con diverse interfacce; Test di confronto tra metodi tradizionali e agricoltura di precisione	D.1.5.2 D.1.5.4
	10	Disponibilità di uno strumento per monitoraggio e mappatura dello stato del terreno Test di confronto tra metodi tradizionali e agricoltura di precisione	D.1.5.2 D.1.5.4
	11	Disponibilità di uno strumento per monitoraggio e mappatura dello stato del terreno Giornata dimostrativa	D.1.5.2 D.1.5.4
	12	Disponibilità di uno strumento per monitoraggio e mappatura dello stato del terreno Report di valutazione economica	D.1.5.2 D.1.5.4
	13	Disponibilità di uno strumento per monitoraggio e mappatura dello stato del terreno Report di valutazione economica	D.1.5.2 D.1.5.4
	14	Giornata dimostrativa	D.1.5.5
	15	Convegno	D.1.5.5

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

Le ricerche fino ad oggi disponibili dimostrano che le varie modalità tecnologiche riconducibili all'agricoltura di precisione permettono di ottenere incrementi produttivi, a parità di input applicati, tra il 10 e il 20% oppure - a parità di produzione - riduzioni degli input utilizzati tra il 10 e il 20% semplicemente aumentando la precisione e la velocità delle lavorazioni.

Poiché sono ancora pochi gli esempi disponibili in Italia, le azioni da perseguire nel progetto che si rendono fondamentali sono di mettere in atto sperimentazioni di campo con diversi livelli di intensità delle applicazioni tecnologiche e mettere a disposizione i risultati operativi attivando diffuse azioni dimostrative e formative. Gli attori delle sperimentazioni e i beneficiari delle dimostrazioni potrebbero essere le aziende cerealicolo-zootecniche della pianura padana, aziende frutti-viticole collinari, aziende orticole estensive ed aziende agromeccaniche.

1.5.8. Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Il piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati prevede di:

- Organizzare giornate dimostrative in campo e workshop *ad hoc* con utilizzatori ed altri addetti ai lavori per diffondere le applicazioni sviluppate a tutti i soggetti pubblici e privati potenzialmente interessati;
- Partecipare a convegni di interesse per la presentazione dei risultati;
- Realizzare pubblicazioni scientifiche sui risultati più rilevanti del progetto a partire dal secondo anno del progetto.

1.5.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 1.5.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 1.5.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 1.6: Risparmio energetico nell'irrigazione anche attraverso sistemi di precisione

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

La gestione dell'acqua rappresenta l'aspetto fondamentale della moderna agricoltura soprattutto nell'ottica di una sua massima valorizzazione per evitarne ogni forma di spreco. I sistemi irrigui attualmente disponibili presentano livelli di efficienza molto diversificati con volumi distribuiti secondo diverse modalità e frequentemente anche a bassissima efficienza (es. sistemi per scorrimento). La modalità di distribuzione ed i volumi interessati sono oggetto di continuo studio da parte del settore della ricerca e dei reparti R&S dei principali produttori di tecnologie da campo sia di localizzazione. L'importanza e la vitalità del settore dell'irrigazione ed ancor più dell'irrigazione di precisione, fortemente connesso ad un elevato livello di meccanizzazione e di automazione elettronica con elevato scambio di informazioni, è possibile affermare che in agricoltura, si potrebbe produrre di più usando meno risorse. La gestione sostenibile delle risorse idriche può favorire una maggiore qualità della produzione agricola. Secondo la FAO nel 2030 quasi l'80% delle estrazioni di acqua a livello mondiale verrà impiegato per l'irrigazione con esplicito riferimento alle produzioni agricole. Per tale aspetto il progresso nel "governo" delle risorse idriche ricoprirà un ruolo fondamentale nei confronti delle produzioni agricole e nelle azioni di contrasto alla desertificazione. Tali realtà costituiranno una sfida per il futuro, in termini di ricerca e sviluppo agricolo sostenibile delle colture agroforestali. Con il progetto *AGROENER* è fondamentale riuscire a fornire agli agricoltori le informazioni necessarie per affrontare tale sfida, la conoscenza di aspetti innovativi in tale ambito sono e saranno fondamentali per attuare una gestione della risorsa idrica adeguata alle reali necessità, localizzata nell'areale di massimo interesse il tutto con ridotti input energetici e quindi più economica e sostenibile. La vera sfida è ricercare e rendere fruibile agli agricoltori gli strumenti idonei atti a supportare le loro scelte decisionali, nel modo più opportuno e rispondente alle loro specifiche esigenze. La corretta gestione dell'acqua è necessaria anche per affrontare il grande cambiamento già iniziato che riguarda il passaggio da una agricoltura a prevalente produzione alimentare ad una agricoltura diversificata e quindi rivolta anche alla produzione di biomasse ed altri composti di maggior valore aggiunto quindi non solo ad uso alimentare: *"L'agricoltura produrrà le biomasse dalle quali verranno estratte le basi della nuova chimica. Quindi si abbandona la chimica del petrolio, si entra nella chimica dei chetoni e si supera quella degli zuccheri. Fra qualche anno il pomodoro sarà il frutto secondario, quello che potremmo ricavare dalla pianta sarà probabilmente quello che si venderà a prezzo più caro. L'idea di avere una agricoltura con un doppio prodotto, dove la biomassa nel suo complesso ha il valore. Poi da una parte estraggo un chetone o un fitochimico piuttosto che un amido, e dall'altra invece, un frutto che mangio"* (cit. dott. Adriano Battilani - agronomo - resp. scientifico prog. *FIGARO*). In tale ambito saranno individuati alcuni comparti agricoli coinvolgendo anche il settore vivaistico, che attualmente mostra sofferenza di tipo economico anche a causa degli elevati costi gestionali, verso i quali si è considerato di poter intervenire anche mediante l'introduzione di moderni e adeguati sistemi d'irrigazione a maggiore risparmio energetico e minore impatto ambientale.

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

Task leader:

Roberto Tomasone - UO CREA-ING, ricercatore presso il CREA- ING a decorrere dal 01/01/2016 già Ricercatore presso il Centro di ricerca per la frutticoltura (CREA-FRU). Laureato in scienze e tecnologie agrarie (v.o.) presso la Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi della Tuscia di

Viterbo. Già Collaboratore Tecnico di Ricerca (CTER) presso l'Unità di ricerca per l'ingegneria agraria CREA-ING) di Monterotondo (RM). Ha partecipato alle attività di ricerca e sperimentazione previste nel progetto FRUMED sott. prog. VaFruSeMe (Valorizzazione della Frutta Secca nel Meridione d'Italia) finanziato MiPAAF. Referente e responsabile scientifico degli aspetti agromeccanici legati alle principali operazioni colturali dei frutteti; responsabile tecnico scientifico dei seguenti progetti finanziati ENAMA (Bando ENAMA 2013): 1) Macchina ecocompatibile per la bonifica e la disinfezione dell'actinidieta atta a ridurre i rischi da PSA (*Pseudomonas Siringae pv. Actinidiae*), utilizzando come combustibile il G.P.L.; 2) Generatore elettrico a rotore eolico con asse verticale "panemone" dotato di regolatore automatico della velocità di rotazione al variare dell'intensità del vento. Ha conseguito l'abilitazione all'esercizio della professione di Dottore Agronomo.

Partecipanti:

Alberto Assirelli - UO CREA-ING, (vedi Task 1.2).

Mauro Pagano - UO CREA-ING, Ricercatore presso l'Unità di ricerca per l'ingegneria agraria del consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria. Laureato in Scienze Forestali (v.o.) presso la Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi della Tuscia di Viterbo; ha conseguito l'abilitazione all'esercizio della professione di Dottore Forestale ed il titolo di Dottore di Ricerca in Meccanica Agraria (s.s.d. Agr/09). Collaboratore di ricerca presso l'ISMA - Istituto Sperimentale per la Meccanizzazione Agricola, afferente alla Sezione di Ricerca per la meccanizzazione dell'azienda agricola e forestale. Attualmente nell'ambito delle attività previste dai progetti di ricerca e sperimentazione, svolge attività di supporto tecnico-scientifico alla progettazione, realizzazione e messa a punto di nuove linee di meccanizzazione ed attrezzature agroforestali. Ha partecipato alle attività previste dal progetto DETASF (Disinfestazione Ecologica dei Terreni Agricoli con Sistemi Fisici); IPPO (Incremento per la Produzione delle Piante Officinali); Fru.Med (sott.prog. VaFruSeMe: Valorizzazione della Frutta Secca nel Meridione d'Italia); SICILNUT (Razionale meccanizzazione della corilicoltura con particolare riguardo alle aree declivi presenti nelle regioni corilicole italiane ed in particolare in quella siciliana) coordinato dal Dip. GEMINI dell'Università degli studi della Tuscia (VT); Progetto MO.NA.CO (Rete di monitoraggio nazionale dell'efficacia ambientale della condizionalità e del differenziale di competitività da essa indotto a carico delle imprese agricole) e PROPALMA (Protezione delle palme ornamentali e spontanee dall'invasione biologica del punteruolo rosso). E' incaricato dello svolgimento delle attività di verifica finale riferita ad alcune proposte di macchine e linee di meccanizzazione innovative finanziate dall'ENAMA. Titolare di brevetti per invenzioni industriali e modelli di utilità. È membro dell'Associazione Italiana di Ingegneria Agraria (AIIA). È autore e/o coautore di pubblicazioni a scopo scientifico e divulgativo.

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

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

Vincenzo Civitarese - UO CREA-ING, ricercatore, Ph.D. È esperto nello sviluppo di macchine e prototipi per la raccolta e la cippatura delle biomasse, nella valutazione operativa ed economica delle macchine agricole e forestali, nell'utilizzo di protocolli internazionali attinenti l'organizzazione, la gestione e la pianificazione della logistica delle colture energetiche, nella caratterizzazione qualitativa dei prodotti e sottoprodotti della filiera legno energia secondo la normativa europea di riferimento, nell'utilizzo di piattaforme GIS e nell'implementazione di Sistemi Informativi Territoriali. Ha inoltre maturato esperienze significative sulle piattaforme di stoccaggio delle biomasse ed ha testato in campo i principali cantieri per la raccolta delle potature e organizzato prove dimostrative di raccolta dei cascami presso le fiere Eima Energy 2010 (Bologna)

e Agrilevante 2009 (Bari). Ha partecipato e partecipa attualmente a vari progetti di ricerca nell'ambito di programmi europei, nazionali e regionali: PANACEA (22/07/04–31/12/04), Ri.Selv.Italia (15/02/04– 5/03/04; 06/03/06–30/04/06), CO.F.E.A (24/06/05 – 24/09/05), LIFE NATURA 2000 (11/11/05–31/12/05), acr.Co.Al.Ta (09/06/06–15/07/06), Molise – carta forestale (18/09/06 – 25/11/07), Bioenergie (04/12/07–03/12/08), Suscace (02/02/09–10/01/10), Faesi (11/01/10–27/12/12), PON EnerbioChem (30/10/11-30/05/15), Provaciagr (01/08/14-30/06/15). È autore di circa 40 pubblicazioni scientifiche.

Collaborazioni esterne:

- Officina Agromeccanica O.N.G. Di Naldoni Domenico, Castel Bolognese (RA) cap 48014, Via VALDRE' 194 – progettazione, realizzazione e sperimentazione di nuove macchine e prototipi per l'agricoltura, realizza attrezzature che sono commercializzate con marchio ONG®. La costante collaborazione con il CREA-ING, CREA-FRU e l'ENAMA, ha portato, ad una produzione di numerosi prototipi di macchine ed attrezzature agricole. Oggi l'azienda, forte di una esperienza maturata negli anni, si pone sul mercato come azienda leader nel settore della produzione di macchine agricole innovative.
- IDROBIT srl, presta servizi nel settore dell'irrigazione di precisione, mediante impiego di centraline "IdroSat" e sistema di gestione intelligente delle risorse idriche. Offre supporto tecnico e logistico alla progettazione e realizzazione di impianti d'irrigazione (sub-irrigazione, aspersione). Effettua test per la messa a punto dei dispositivi per il monitoraggio del gradiente di umidità presente nel terreno. Fornisce supporto informatico relativo alla gestione delle centraline, dei sensori, del data-logger annessi e per l'acquisizione dei dati in remoto
- TERRASYSTEM è Spin-off Universitario dal 2010; opera nel settore della geomatica, applicata all'agricoltura di precisione. La struttura è nata nel 2004 dall'idea di ricercatori dell'Università della Tuscia (VT) e del CNR IBIMET (FI). TERRASYSTEM collabora nell'ambito di attività di ricerca nazionali ed internazionali con Università e Enti di Ricerca, con particolare specializzazione nello sviluppo di sensori aerei e tecniche di processamento dati, per applicazioni di ricerca nel settore dell'ingegneria agroforestale ed ambientale; svolge attività di telerilevamento ottico (da aereo o da drone), finalizzata all'acquisizione di immagini termico – multi spettrali e all'elaborazione di indici di vegetazione (tipo NDVI) e mappe di contenuto idrico e stress idrico potenziale. Effettua elaborazione di dati di terra e telerilevati (anche satellitari) attraverso tecniche geostatistiche (e.g. Kriging, IDW, etc.) ha collaborato con società private, enti di ricerca ed Università, tra cui: CREA-VIC, CREA-ENC, CREA-CER, CNR-IBIMET, ENEA, UNITUS, Università di Southampton (UK), Alterra (NL), Università di Strasburgo (FR), Agriconsulting SpA, Litorale SpA, BIC Lazio SpA, SOGESID SpA, Iniziative Industriali Italiane SpA, Stelliferi & Itavex SpA, Assofrutti Srl, Unisky Srl.

Pubblicazioni

- Colorio, G., Fanigliulo, R., Tomasone, R., Cedrola, C., Cervellini, C., Brannetti, G., Pochi, D. 2009. Performance and tillage quality of a subsoiler with an oscillating bottom METAL PLATE. ATTI .1.6.X CIOSTA CIGR v conference, 2, 957-961.
- Tomasone, R., Cedrola, C., Pagano, M., Colorio, G., Pochi, D. 2011. An oscillating subsoiler for loosening compacted soils in orchards. Acta Horticulturae (ISHS) 919:147-152
- Fanigliulo, R., Colorio, G., Fornaciari, L., Grilli, R., Brannetti, G., Cervellini, C., Vassalini, G., Pochi, D. 2009. Different Aspects of the Utilization of a Subsoiler equipped with an Horizontal Device for Soil Disruption. CIGR V Section International Symposium on "Technology and management to increase the efficiency in sustainable agricultural system".
- Assirelli, A., Martelli, R. 2003. La microirrigazione avanza anche sulle colture erbacee. Agricoltura 6, 36.
- Assirelli, A. 2008. Irrigatori in ordine non solo per rotolare. M A D n.7/8 p.51.
- Assirelli, A., 2009. Pompe centrifughe in forma per irrigare" M A D n.3 p.69.

- Assirelli, A., 2011. La distribuzione a dosaggio variabile. L'Informatore Agrario, 46, 44-45.
- Assirelli, A., 2013. È ora di spiegare le ali piovane. MAD Macchine Agricole Domani, 5, 55-58.
- Sperandio, G., Verani, S., Pedemonti, A., Paris, P., Tarchi, M. 2014. Drip irrigation in poplar SRF: biomass production and economic impact. In International Conference: Agroforestry System: a Modern Response to Global Challenges of Climate Change Food Production Bioenergy Needs Environmental Restoration. October 16-17, CNR-IBAF – Porano, Italy.
- Sperandio G., Verani S., Tarchi M. 2015. Pioppo a rotazione triennale, più biomassa con l'irrigazione. *Terra e Vita*, suppl. al N. 13: 38-40.
- Tarchi M., Verani S., Pedemonti A., Sperandio G. 2014. Pioppo a SRF, l'irrigazione paga solo se raddoppia la produzione. *Terra e Vita, Speciale Bioenergie*, 17, 41-44.

1.6.3 Obiettivi della task

L'obiettivo generale della task consiste nel poter ricercare nuovi sistemi e tecnologie innovative in riferimento ad una moderna irrigazione, attuando il trasferimento del know-how acquisito dai ricercatori del CREA-ING e dei collaboratori esterni nelle varie attività di ricerca e sperimentazione.

Obiettivi specifici:

- Effettuare attività di ricerca ed ove possibile di sperimentazione ed applicazione di quanto osservato in riferimento al risparmio energetico, efficientamento delle risorse idriche, all'impiego di nuovi, mezzi e/o macchine e strumenti impiegabili nella moderna tecnica irrigua. Definire metodologie di prova per l'esecuzione di test specifici in campo relativamente ad ogni sistema che potrà essere impiegato nella sperimentazione.
- Rendere disponibile i risultati delle attività agli utenti finali (ditte agromeccaniche, aziende agrarie e comunità scientifica).

1.6.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

L'attività sarà articolata secondo le linee di seguito descritte:

Linea 1. Ricerca, analisi e studio di nuovi mezzi e/o macchine e strumenti impiegabili nella moderna tecnica irrigua - Le attività della task prevedono azioni di connessione e collaborazione con ditte specializzate, ricercatori, e stakeholders che operano nel settore dell'irrigazione, della geomatica, kriging e mappe multispettrali relative alle caratteristiche chimico fisiche del terreno con particolare riferimento all'irrigazione di precisione ed alla messa a punto di sistemi per la distribuzione sitospecifica dell'acqua su colture erbacee ed arboree.

Linea 2. Messa a punto, nell'ambito dell'agricoltura di precisione, di un sistema sperimentale di sensori per migliorare l'efficientamento dell'irrigazione nel campo di applicazione agricolo. La finalità sarà quella di testare un sistema di controllo intelligente di gestione dell'acqua d'irrigazione basato su un approccio di tipo multi-sensore per il perseguimento di una più efficace ed efficiente gestione della distribuzione idrica, con implementazione di software e modelli predittivi in funzione delle esigenze idriche della specifica coltura in un contesto di massimo risparmio della risorsa con distribuzione puntuale nelle sole aree che ne fabbisognano.

Linea 3: al fine di migliorare la permeabilità del suolo ed ottimizzare le risorse idriche in termini di risparmio energetico e riferito alle quantità richieste dalle colture si prevede di individuare un particolare ed innovativo intervento meccanizzato, con riferimento alla tecnica della *ripuntatura localizzata* del terreno, mediante impiego di una nuova attrezzatura: il *ripuntatore a piede vibrante*. Riferendosi all'elevato grado di compattamento e perdita di terreno nei suoli asfittici e compattati, anche a causa dell'uso continuo di macchine operatrici (trattrici ecc.) caratterizzate da notevoli masse, alle quali si aggiungono anche quelle dei carrelli trainati per lo stoccaggio del prodotto raccolto. Con la riduzione della continuità dei pori lungo il profilo di suolo, lo spazio occupabile

dall'acqua e dall'aria diminuisce, ed i terreni riducono la propria permeabilità idrica e fertilità, con conseguente aumento dello scorrimento dell'acqua in superficie, in caso di piogge intense, condizione che favorisce i fenomeni erosivi e l'instabilità strutturale del terreno. Anche la disponibilità di acqua per la pianta viene di conseguenza ridotta, con potenziali ricadute negative sullo stato nutrizionale della stessa e sulla quantità e qualità delle produzioni. La linea proposta è in accordo con gli obiettivi strategici nazionali (MiPAAF, Piano strategico per l'innovazione e la ricerca nel settore agricolo alimentare e forestale 2014-2020), che indicano la qualità delle produzioni agricole come fattore chiave socio-economico per il settore e la tutela del fattore "suolo", in termini di conservazione, qualità, fertilità e salvaguardia della biodiversità microbica e di funzionalità anche relativamente alle misure agro-climatiche ambientali previste dalla PAC.

Linea 4: Tale complesso di conoscenze, sarà oggetto di diffusione e reso disponibile agli utenti finali (ditte agromeccaniche, aziende agroforestali e comunità scientifica), anche attraverso le comunità di pratiche coordinate dal Servizio Innovazione e trasferimento tecnologico del CREA. Per la realizzazione di quanto appena esposto, sono previste le seguenti collaborazioni esterne: "Convenzione per attività di ricerca" fra CREA-ING e partner esterni contattati per il raggiungimento degli obiettivi progettuali.

Le ditte indicate sono in possesso di specifiche competenze in materia di progettazione, sviluppo, realizzazione e testing di macchine e prototipi per l'agricoltura indispensabili per la migliore l'efficacia del progetto. Le suddette ditte sono informate circa le esigenze delle attività di ricerca svolte dall'ENTE. Tali collaborazioni quindi si tradurranno in un risparmio di tempo e di risorse finanziarie e in una maggiore efficienza operativa.

1.6.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

- D.1.6.1: realizzazione documenti, sottoscrizione accordi e convenzioni con le ditte e partner esterni.
- D.1.6.2: Report relativo alla progettazione realizzazione impianto irriguo dimostrativo.
- D.1.6.3: Report riguardante le attività condotte nel primo anno.
- D.1.6.4: Report riferito ai sistemi individuati ed analizzati e/o realizzati con i partner esterni.
- D.1.6.5: Report schede descrittive riferite alle attività di monitoraggio ed analisi dei rilievi di campo.
- D.1.6.6: Report sul secondo anno di attività.
- D.1.6.7: Report sulle attività, rilievi e monitoraggi riferiti al campo dimostrativo realizzato.
- D.1.6.8: Data base tecnico contenente i dati rilevati ed acquisiti nel corso delle prove.
- D.1.6.9: Report sul terzo anno di attività.
- D.1.6.10: Pubblicazioni su riviste del settore.
- D.1.6.11: Report sul quarto anno di attività.
- D.1.6.12: Report sulle attività e risultati ottenuti nei cinque anni di attività del progetto.
- D.1.6.13: Attività di divulgazione a carattere tecnico scientifico.

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

		Attività	Deliverable
	1	Riunioni inizio progetto	D.1.6.1
Quadrimestri	2	Sottoscrizione accordi e convenzioni	D.1.6.1
	3	Realizzazione impianto sperimentale presso CREA-ING	D.1.6.2
	4	Organizzazione/partecipazione workshop tematico	D.1.6.3

	5	Svolgimento attività del II anno	D.1.6.5
	6	Attività di monitoraggio ed analisi dei rilievi di campo	D.1.6.6
	7	Organizzazione/partecipazione workshop tematico	D.1.6.7
	8	Acquisizione dati	D.1.6.8
	9	Analisi e valutazione dei dati rilevati	D.1.6.8
	10	Organizzazione/partecipazione workshop tematico	D.1.6.9
	11	Attività di monitoraggio ed analisi dei rilievi di campo	D.1.6.8
	12	Analisi e valutazione dei dati rilevati	D.1.6.8
	13	Organizzazione/partecipazione workshop tematico	D.1.6.11
	14	Attività di monitoraggio ed analisi dei rilievi di campo	D.1.6.12
	15	Convegno FINALE delle attività di progetto	D.1.6.13

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

La ricerca porterà alla individuazione ed eventuale applicazione pratico-dimostrativa di nuovi sistemi, attrezzature per una irrigazione moderna, il più possibile “precisa” e sostenibile. In seguito alla definizione dei sistemi innovativi proposti, le ditte agromeccaniche e le aziende agricole avranno la possibilità di avviare la fase operativa, i cui risultati saranno rappresentati dalle informazioni tecnico-costruttive riferite alle stesse caratteristiche di quanto analizzato e proposto nell’attività del progetto. La disponibilità di nuovi strumenti, potrà contribuire alla messa a punto di sistemi irrigui sitospecifici moderni ed efficienti in grado di distribuire l’acqua ed eventuali elementi nutritivi in modo mirato e per settori ben definiti sulle principali colture agrarie sia erbacee sia arboree. In tal senso, i primi beneficiari dei risultati saranno i produttori dei sistemi stessi e gli agricoltori quali utenti finali, che potranno avvalersi di tecnologie sostenibili ed economiche, quindi poter ottenere un ulteriore reddito derivante anche dal risparmio ottenuto in termini energetici. Al momento non sono prevedibili ostacoli di rilievo.

1.6.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Per quanto riguarda il trasferimento dei risultati, questi saranno oggetto di pubblicazioni su riviste scientifiche ed a scopo divulgativo, facilmente reperibili dagli operatori del settore agricolo. Sarà inoltre valutata l’opportunità della presentazione di memorie in convegni e workshop specifici sul tema di interesse.

I sistemi irrigui e l’attrezzatura meccanica proposta nella task di progetto, potrà rappresentare un know-how importante per il CREA che potrà considerare la possibilità di proteggerne la proprietà intellettuale (brevetto o modello di utilità). Infine, insieme ai partner saranno concordate le modalità di diffusione dei risultati attraverso l’organizzazione di giornate dimostrative, eventi fieristici.

1.6.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 1.6.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 1.6.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 1.7: Sviluppo di un programma di supporto alle decisioni (SSD) per la diagnosi energetica di serre esistenti e la valutazione virtuale di opzioni migliorative

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

Le strutture protette per la produzione agricola prevedono la presenza di una barriera artificiale che separi i processi di produzione vegetale dall'ambiente naturale. Questa tecnologia ha un ampio margine di variazione: da semplici coperture in plastica poste sulla fila delle piantine a importanti e sofisticate strutture all'interno delle quali i fattori della produzione sono accuratamente controllati e dosati. Per la gestione di queste strutture e soddisfare le esigenze delle piante sono stati creati modelli che ne stimano la risposta produttiva al variare dei differenti parametri operativi (microclimatici, nutrizionali, ecc...): tali modelli tipicamente consistono in equazioni matematiche che includono le interazioni tra la crescita e lo sviluppo delle piante e le variabili legate al suolo e all'interfaccia con gli agenti atmosferici. Al momento i modelli più empirici e meccanicistici hanno permesso di: i) aumentare l'efficienza economica delle operazioni colturali nelle serre; ii) ridurre il rischio associato alla coltivazione in ambiente controllato; iii) migliorare l'impiego delle risorse naturali nel processo produttivo. A seguito dell'ampia diffusione di macchine con potenza di calcolo elevata, lo sviluppo di nuovi modelli per riempire i "buchi" delle conoscenze attuali risulta più sempre più incentivato. Un aspetto che, in ambito Europeo, sta assumendo una particolare importanza è quello relativo all'efficienza energetica delle serre: infatti, se da un lato per i produttori è fondamentale ridurre i costi di produzione aumentando l'efficienza energetica dei sistemi produttivi, dall'altro gli stessi sono sottoposti ad un regime regolatorio che impone la riduzione del consumo di combustibile fossile ed un rigoroso controllo delle emissioni ad effetto serra in atmosfera. Comunemente, i coltivatori impostano limiti di temperatura e umidità della serra secondo uno schema predefinito (in base a previsioni meteo, lo stato vegetativo delle piante, livello di produzione ipotizzato, concentrazione di CO₂, luminosità). Il controllo della strumentazione avviene poi sulla base di un insieme di regole e impostazioni, che può non necessariamente essere il più efficiente dal punto di vista energetico, ma non può prescindere dall'esperienza e dalla conoscenza che il coltivatore ha della produzione.

L'obiettivo di questa proposta progettuale è presentare un nuovo strumento che permetta di ottimizzare l'assorbimento di energia totale di una serra, pur nell'ambito dei parametri operativi impostati dal coltivatore per la propria produzione, mediante lo sviluppo di un'applicazione informatica che, anche tramite l'impiego di dispositivi per la realtà aumentata, possa permettere un più puntuale e preciso intervento per la soluzione tempestiva delle criticità che si vengono a creare nell'arco del ciclo produttivo. Questo sistema ha il vantaggio di potersi affiancare ai software di gestione già presenti sul mercato permettendo al coltivatore di aumentare l'omogeneità delle condizioni microclimatiche ottimali su tutta la superficie produttiva. Il conseguente migliore stato fisiologico della pianta avrebbe tre ricadute fondamentali: una migliore qualità merceologica (che permetterebbe all'imprenditore di competere efficacemente nel mercato di riferimento), una migliore salubrità degli alimenti prodotti a seguito del ridotto impiego di prodotti fitosanitari; un'incrementata sostenibilità della produzione dal punto di vista ambientale a seguito della riduzione degli input energetici (combustibili fossili, fertilizzanti di sintesi).

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

Task leader:

Elio Romano - UO CREA-ING, (vedi Task 1.5).

Partecipanti:

Massimo Brambilla - UO CREA-ING, (vedi Task 1.5).

Pubblicazioni

- Bisaglia C, Cutini M, Romano E, Nucci F, Provolo G, Riva E, Oberti R, 2010. F.lo.r.ener. a model focuses on energy management for greenhouses. International Conference Ragusa, SHWA2010, 614-620.
- Brambilla M, Strebl F, Carini F, Gerzabek M, 2002. VENTOMOD: a dynamic model for leaf to fruit transfer of radionuclides in processing tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.) following a direct contamination event. Journal of Environmental Radioactivity, 65(3), 309-328.
- Cheli F, Rocchi D, Schito P, Bisaglia C, Romano E, Nucci F, 2011. Investigation on airflow and temperature distribution in single-span greenhouse with new asymmetric vent openings using CFD. Acta Horticulturae, 2(893), 661-66.
- Cutini M, Romano E, Bisaglia C, 2012. A Software for Evaluating the Radial Eccentricity of Agricultural Tires for Ride Comfort Test. Proceedings of III International Conference "Safety Health Welfare in Agriculture Agro-food and Forestry Systems, RAGUSA SHWA 2012", 173-181.
- Navarotto P, Guarino M, Brambilla M, 2007. Odori emessi dagli allevamenti suinicoli: come prevederne l'intensità a diverse distanze. Regione Lombardia, Quaderno della Ricerca n. 74, Ottobre 2007.

1.7.3 Obiettivi della task

Sviluppo di un programma di supporto alle decisioni (SSD) per la diagnosi energetica di serre esistenti e la valutazione virtuale di opzioni migliorative; sviluppo di App e di sistemi di realtà aumentata per smartphone per la visualizzazione di informazioni sulla gestione della ventilazione e del microclima nei cicli colturali in atto; sviluppo di sistemi di monitoraggio e controllo basati su tecnologie elettroniche a basso costo e progettazione/prototipazione open source.

1.7.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

L'attività nella task sarà articolata in cinque linee, di seguito specificate, che avranno come output altrettanti deliverables.

- Linea 1: Si effettuerà un'indagine circa lo stato dell'arte delle strutture deputate alla produzione di orticole e floricole in ambito protetto per valutare i criteri progettuali adottati, i materiali utilizzati per la costruzione e i sistemi di ventilazione/riscaldamento adottati per la regolazione dei parametri microclimatici.
- Linea 2: Si sceglieranno tre tipologie di serre in base al livello di input tecnologico utilizzato per la loro costruzione (strutture semplici, strutture con un livello intermedio di tecnologia e strutture "Hi Tech" dotate di sistemi automatizzati per la gestione dei parametri colturali e costruite con materiali caratterizzati da una ridotta dispersione termica). Si lavorerà anche in collegamento con il Task 1.8 relativamente al monitoraggio di strutture protette dotate di riscaldamento con sistemi a pompa di calore.
- Linea 3: I dati della linea di ricerca 2 saranno utilizzati per la calibrazione di un sistema dinamico di simulazione che permetta di individuare, nel tempo, le variabili che maggiormente influiscono sul bilancio energetico della struttura produttiva.
- Linea 4: Permanendo il monitoraggio delle strutture produttive, si effettuerà la validazione del modello dinamico ottenuto con la linea di ricerca n. 3 e i risultati saranno impiegati per la predisposizione di un software (destinato agli operatori di settore e ai tecnici dei servizi di supporto all'agricoltura) che in base alle caratteristiche costruttive e gestionali dell'impianto, sarà di supporto alle decisioni finalizzate all'ottimizzazione energetica della struttura.

- Linea 5: in questa linea di ricerca si effettuerà l'implementazione del software di supporto alle decisioni per la messa a punto di un'applicazione informatica (App) di facile utilizzo (e con la possibilità di essere collegata a strumenti per la realtà aumentata) che possa essere consultata su dispositivi mobili come smartphone e tablet di ultima generazione.

1.7.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.1.7.1 Illustrazione dello stato dell'arte relativo alle strutture per la produzione orticola e floricola in coltura protetta con particolare riferimento a: i) tipologia costruttiva; ii) caratteristiche dei materiali impiegati; iii) livello di management (fra cui l'ordinamento colturale); iv) consumi energetici

D.1.7.2 Realizzazione di un database contenente i risultati dei monitoraggi condotti su tre tipologie di serre a diverso input tecnologico e analisi dei vari aspetti legati all'attività produttiva intrapresa.

D.1.7.3 Definizione e calibrazione di un modello dinamico che permetta di simulare le *reazioni* di una struttura di protezione a seguito delle scelte strutturali e gestionali fatte dall'imprenditore prima e durante il ciclo colturale.

D.1.7.4 Validazione del modello dinamico e predisposizione di un software di supporto alle decisioni (DSS).

D.1.7.5 Implementazione del software di supporto alle decisioni utilizzabile anche tramite dispositivi per la realtà aumentata

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

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	Linea 1	
	2	Linea 1, Linea 2	
	3	Linea 1, Linea 2	D.1.7.1
	4	Linea 2	
	5	Linea 2	
	6	Linea 2, Linea 3	D.1.7.2
	7	Linea 2, Linea 3	
	8	Linea 2, Linea 3	
	9	Linea 2, Linea 3	D.1.7.3
	10	Linea 2, Linea 4	
	11	Linea 4	
	12	Linea 4, Linea 5	D.1.7.4
	13	Linea 5	
	14	Linea 5	
	15	Linea 5	D.1.7.5

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

Risultati attesi: messa a punto di uno o più strumenti che permettano ai produttori di orticole in coltura protetta di effettuare scelte in merito a materiali, colture, gestione delle operazioni colturali in modo tale da ottimizzare/ridurre il fabbisogno energetico della struttura produttiva nel raggiungimento della migliore qualità merceologica del prodotto.

Ricadute e Benefici:

- Produttore: risparmio energetico, miglioramento della qualità merceologica, riduzione dell'impiego di presidi fitosanitari, semplificazione della gestione, supporto nella gestione, riduzione dell'impatto ambientale del ciclo produttivo.
- Consumatore: maggiore salubrità del prodotto, minore costo, consapevolezza globale.
- Organismi di controllo: disponibilità di un sistema che, grazie alla registrazione dei parametri operativi, permette di avere una più oggettiva valutazione della gestione.

Ostacoli prevedibili e Azioni correttive

Le strutture produttive potrebbero non essere dotate di sistemi di acquisizione dei principali parametri operativi oppure i sistemi di rilevazione esistenti potrebbero non essere adeguati o predisposti per altri scopi. In tal caso si ricorrerà all'installazione di sensoristica ad hoc e per il completamento del monitoraggio dei parametri micrometeorologici esterni si ricorrerà a dataset contenenti serie storiche.

1.7.8 piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

La comunicazione e la diffusione dei dati avverrà mediante tre livelli strategici:

- 1) Attività "ex ante": si prevede l'organizzazione di incontri e Focus-group con tecnici di settore per informare delle attività da studiare, o intraprendere e discutere, osservare e/o esaminare i punti focali (alla luce delle effettive necessità) per effettuare scambi di informazioni col del suo mercato potenziale al fine dell'ottimizzazione delle risorse della Ricerca. Tali incontri permetteranno anche di poter definire meglio la comunicazione la divulgazione al di fuori dei comuni canali scientifici.
- 2) Partecipazione a convegni e pubblicazione di articoli su riviste scientifiche "peer reviewed": i risultati relativi allo stato dell'arte, al risultato dei monitoraggi e alla realizzazione del modello e del software decisionale saranno utilizzati per la redazione di articolo scientifici da proporre per la pubblicazione a riviste internazionali "peer reviewed" e per la partecipazione a convegni internazionali come, ad esempio il "XXX International Horticultural Congress" (<http://www.ihc2018.org/>).
- 3) Incontri divulgativi e Predisposizione di un "layman's report": si organizzeranno incontri e workshop destinati ai tecnici di settore durante i quali si illustrerà il funzionamento e l'applicabilità dell'app. Al termine del progetto si realizzerà altresì un layman's report in due lingue (Italiano e Inglese) con l'obiettivo di raccontare le azioni, gli obiettivi, le azioni e i risultati. Il documento (10 pagine max) sarà pubblicato sia in italiano che in inglese e sarà reso disponibile sia sul sito web della struttura che diffuso in copie cartacee.

1.7.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 1.7.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 1.7.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 1.8: Riduzione dei consumi energetici per il riscaldamento delle serre

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

La superficie mondiale complessiva destinata al comparto fiori e piante ornamentali (Aiph 2006) è di circa 500 mila ettari, dei quali circa la metà appartengono alla Cina. La distribuzione della superficie interessa da una parte l'Asia, i cui principali Paesi sono Cina e India, dall'altra l'Europa, che rappresenta il più grande mercato di consumo.

In Europa, i Paesi con le maggiori estensioni sono l'Olanda, l'Italia, la Germania e la Francia, con una superficie complessiva di oltre 50 mila ettari. L'Olanda è anche il più importante mercato di redistribuzione a livello europeo. Il florovivaismo dell'agricoltura italiana, in termini di SAU, corrisponde al 30% circa della superficie europea complessiva, conferendo così all'Italia una posizione dominante nell'ambito dell'UE.

La produzione delle aziende florovivaistiche italiane è pari a 2,6 miliardi di euro (media biennio 2012-2013), suddivisa in 1,3 miliardi per fiori e piante in vaso e 1,3 miliardi per i prodotti vivaistici (alberi e arbusti); rappresenta quasi il 5% della produzione agricola totale (in contrazione rispetto al quinquennio 2008-2012, quando era del 6%) e deriva per il 50% dai comparti fiori e piante in vaso e il restante 50% da piante, alberi e arbusti destinati alle sistemazioni di spazi a verde.

Gli occupati in base al censimento Istat del 2000 sono oltre centomila e riguardano esclusivamente il settore agricolo. Le aziende nazionali per la quasi totalità sono di limitata superficie: mediamente inferiori ad 1 ettaro quelle floricole e superiori ai 2 ettari quelle che producono piante in vaso e prodotti vivaistici; di conseguenza prevalgono nel settore del fiore e fronda recisi le aziende caratterizzate da una struttura elementare, generalmente a gestione familiare; al contrario, nel settore delle piante in vaso o del vivaismo, la gestione si ispira a principi imprenditoriali.

La produzione nazionale di fiori recisi, a causa di una maggiore volatilità dei listini e a discapito di un livello minimo accettabile di prezzo medio, si è dovuta orientare verso specie coltivabili in serra fredda e a basso utilizzo di manodopera, talvolta anche di nicchia come per esempio il cavolfiore ornamentale reciso o il ramo d'ortensia. Questa strategia ha consentito di ampliare le superfici destinate a produzioni in piena aria, molto meno onerose in termini di gestione e di costi produttivi e in grado di garantire una continuità produttiva per diversi mesi dell'anno.

Negli ultimi anni è visibile una contrazione del numero di aziende, sia nelle zone vocate sia, soprattutto, in quelle più marginali, per l'abbassamento dei margini di redditività e per l'aumento dei costi di produzione.

Di rilievo risulta il fatto che il 90% del fabbisogno energetico nelle serre è attribuibile al riscaldamento. Si stima che, per il solo riscaldamento, il fabbisogno energetico vada da 300.000 a 500.000 tep/anno, ossia da 3.500 a 5.800 GWh/anno. Ma ciò che è più importante è che nel settore delle colture protette il combustibile maggiormente diffuso ed utilizzato è il gasolio, che attualmente risulta un combustibile più costoso ed inquinante rispetto ad altre fonti di energia. Si stima un consumo annuo di 350 milioni di litri di gasolio, con una bolletta energetica di 350 milioni di euro (Fonte: AIEL, 2012). Difatti lo stesso MiPAAF ha individuato, tra i punti di debolezza del settore, i costi di produzione e tra questi, in particolare, quelli energetici.

Tra gli Obiettivi e Azioni Piano 2014/2016 si sottolineano i seguenti:

- incentivare il passaggio dall'uso di combustibili fossili a fonti energetiche rinnovabili, con benefici ambientali e per la collettività, anche attraverso la diffusione di pompe di calore e di impianti a biomasse in cogenerazione, favorendo la creazione di impianti consortili di stoccaggio delle biomasse.

- favorire nelle imprese un uso più razionale e sostenibile dell'energia e delle risorse incoraggiando gli investimenti e le ristrutturazioni aziendali.

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

Task leader:

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

Partecipanti:

Gianluca Burchi - UO CREA-VIV, dal 1990 è stato ricercatore presso il CREA-FSO Sanremo e dal 2002 Primo ricercatore presso il CREA-VIV Pescia, di cui è Direttore incaricato dal 2012. Nel settore delle agroenergie, ha partecipato dal 2006 al 2010 al Progetto F.Lo.R.Ener "Floricoltura: Logistica e Risparmio Energetico", finanziato dal Mi.P.A.A.F., nell'ambito del quale ha depositato una domanda di brevetto con il Dr. Fedrizzi, e dal 2010 al 2014 al Progetto AGRIENERGIA "Scarti agricoli per la produzione di biogas e prodotti a basso impatto ambientale per lo sviluppo sostenibile dell'agricoltura e dell'industria chimica. Sviluppo di impianto integrato per il recupero e riciclo bioenergetico mediante co-digestione di biomasse residuali da fonti diverse", finanziato dal MiPAAF.

Maurizio Cutini - UO CREA-ING, (vedi Task 1.1).

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

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

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

Daniele Massa - UO CREA-VIV. Ricercatore, Ph.D. Laureato con lode in Scienze e Tecnologie Agrarie nel 2003, ha conseguito il Dottorato di Ricerca nel 2008 (Università degli Studi della Tuscia VT presso Università di Pisa) specializzandosi presso l'Università della California Davis (USA) nell'applicazione della modellistica in agricoltura. Ha conseguito premi e riconoscimenti nazionali (SOI) ed internazionali (MELCOPTOR) per i suoi studi sulla nutrizione ed irrigazione delle piante coltivate in ambiente protetto e pieno campo. Conduce attività scientifica incentrata sulle tecnologie delle produzioni vegetali, l'ecofisiologia delle piante, l'agricoltura ecocompatibile e i sistemi di produzione in serra, con particolare riferimento alla nutrizione idrica e minerale delle specie coltivate. Negli ultimi anni ha pubblicato come autore o coautore lavori scientifici ed ha partecipato a convegni e gruppi di lavoro di livello internazionale (JRC Joint Research Centre, EU) come esperto del settore agricolo. E' coautore di software per la gestione ottimizzata di colture ortofloricole allevate in pieno campo e coltura protetta. Ha preso parte negli ultimi anni a numerosi progetti nazionali ed internazionali dedicati all'aumento della sostenibilità nei processi di coltivazione delle piante (e.g. AZORT, EUPHOROS, etc.) ed è attualmente responsabile scientifico di progetti di ricerca e sperimentazione in agricoltura.

Sonia Cacini - UO CREA-VIV. Ricercatore, Ph.D. dal 2015. Ha operato attraverso tirocinio, tesi di laurea, Dottorato di Ricerca, assegno di ricerca e contratti co.co.co., dal 2003 presso Crea-VIV. Nel settore delle agroenergie, ha partecipato dal 2006 al 2010 al Progetto F.Lo.R.Ener "Floricoltura: Logistica e Risparmio Energetico", finanziato dal Mi.P.A.A.F., nell'ambito del quale ha ottenuto il rilascio di un brevetto con il Dr. Fedrizzi e il Dr. Gianluca Burchi. Dal 2005 al 2008 ha collaborato ad una prova sperimentale relativa alla valutazione della possibilità d'impiego di pannelli solari termici al fine di condizionare ambienti protetti finanziata dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Pistoia e Pescia.

Pubblicazioni

- Bisaglia C, Romano E, Cutini M, Nucci F, 2011. Conversion of a high demanding thermal-energy level greenhouse from conventional oil heating system to wood-based renewable sources heating system for tropical plants production in mediterranean conditions. *Acta Horticulturae*, 893 (ISSN 0567-7572). Published by ISHS, April 2011.
- Burchi G, Cacini S, Fedrizzi M, 2011. Prototype device for fluid flow management in coaxial pipes of root zone heating systems International Symposium on Advanced technologies and management towards sustainable greenhouse ecosystems "GreenSys 2011" 05-10 June 2011, Halkidiki, (Greece).
- Burchi G, Cacini S, Fedrizzi M, Pagano M, Guerrieri M, 2013. Temperature conditioning in ornamental plant production with a prototype device: root zone cooling in protected environments. *Journal of Agricultural Engineering*, XLIV, 257-260.
- Fedrizzi M, Cacini S, Burchi G, 2009. Heating optimization in ornamental plant production: basal heating uniformity and energy saving in protected environments Scientific Program and CD of the GreenSys 2009 International Symposium on High Technology Greenhouse System, "Greensys 2009" 14-19 June, Québec City (Canada) CD, 81, 1-8.
- Fedrizzi M, Cacini S, Burchi G, 2009. Root zone heating optimization in ornamental plant production. International Symposium on High Technology for Greenhouse Systems: GreenSys2009, *Acta Horticulturae*, 893, 389-395.

1.8.3 Obiettivi della task

L'obiettivo che si pone il presente lavoro è la valutazione della sostenibilità economica e ambientale degli impianti di generazione di calore che sfruttano fonti di energia alternative al gasolio ed al GPL applicati al settore della serra. In particolare la presente ricerca verterà sull'utilizzo di impianti di riscaldamento a pompa di calore.

L'innovazione riguarderà l'introduzione della tecnologia delle pompe di calore che, nonostante il crescente interesse in ambito civile, non presenta ancora diffusione nell'applicazione alle serre. Sono invece ancora molti i dubbi sulla fattibilità tecnica, i dimensionamenti, la valutazione delle realtà aziendali, e degli eventuali accorgimenti, in cui risulterà applicabile.

L'analisi di sostenibilità verrà elaborata acquisendo i dati di alcune aziende della Toscana e della Lombardia operanti nel settore florovivaistico. Questo permetterà la raccolta di dati riguardanti gli impianti termici e le proprietà delle serre.

I dati riguardanti i costi dell'alimentazione a gasolio ed a GPL sono disponibili allo stato dell'arte, così come iniziano ad essere presenti i dati dei costi dell'adozione delle diverse tipologie di riscaldamento a biomassa (in connessione con il WP6, task 6.1.6), mentre sono difficilmente reperibili i dati di consumo di energia elettrica connesso all'uso di pompe di calore. Di conseguenza, l'innovazione del progetto investirà dal lato progettuale e sperimentale l'adozione delle pompe di calore che, in diverse configurazioni, verranno installate in un impianto di coltivazione in serra su bancali.

Per il corretto svolgimento dell'analisi economica, i dati raccolti dai sopralluoghi nelle aziende, consentiranno lo sviluppo di un software, o l'aggiornamento di un esistente, con l'esperienza maturata nella sperimentazione.

Questo lavoro evidenzierà in particolare i seguenti risultati:

- analisi di sostenibilità economica e ambientale degli impianti alimentati con fonti alternative al GPL ed al gasolio;
- prerogative ed accorgimenti per l'inserimento della tecnologia delle pompe di calore in azienda floro-vivaistica.

1.8.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

L'attività nella task sarà articolata in 3 linee, di seguito specificate, che avranno come output tre deliverable:

Linea 1: sistemi integrati per il condizionamento termico invernale del substrato di coltivazione di specie florovivaistiche, tecnologie innovative di scambio termico e a pompa di calore. Il programma prevede l'acquisto e la messa in funzione di due pompe di calore da circa 18 kW e di un sistema di acquisizione dei dati di consumo elettrico, temperatura ed umidità.

Linea 2: validazione tecnica, energetica, ed economica dell'impatto delle tecnologie suddette nel settore agricolo della produzione di materiale vivaistico di specie florovivaistiche.

Relativamente alla metodologia sperimentale da adottare, in una serra dell'azienda sperimentale del CREA-VIV Pescia saranno poste a confronto 3 diverse tipologie di riscaldamento basale su 3 serie di bancali sopraelevati in cui saranno coltivate piante di interesse vivaistico od ornamentale. Le tipologie messe a confronto saranno:

- 1) Un sistema tradizionale di riscaldamento basale nella stagione invernale, già esistente, con impianto di riscaldamento costituito da una caldaia a condensazione alimentata con GPL e da una doppia linea (andata e ritorno) di tubi, interrati nei bancali di coltivazione, in cui scorre l'acqua calda.
- 2) Un sistema innovativo di riscaldamento basale in cui un impianto di tubi simile al precedente viene alimentato in inverno da un sistema a pompa di calore.
- 3) Un sistema integrato innovativo costituito da un impianto di riscaldamento dell'acqua a pompa di calore che invia acqua calda all'interno di tubi coassiali: con questo sistema innovativo di distribuzione del calore generato, già collaudato preliminarmente nell'ambito di un precedente Progetto Mi.P.A.A.F., non c'è un tubo di mandata che percorre tutto il bancale in tutta la sua lunghezza e che, attraverso un manicotto ad U, torna indietro verso la sorgente termina, ma l'acqua scorre entro due tubi coassiali: in quello interno scorre l'acqua di mandata e nell'intercapedine tra i due tubi scorre l'acqua di ritorno.

I tre sistemi funzioneranno mediante dei sensori termici disposti lungo le linee idrauliche interrate nei bancali che azioneranno gli impianti di riscaldamento in modo da mantenere la stessa temperatura nei tre bancali. Ulteriori sensori termici valuteranno la uniformità della temperatura nei diversi punti delle tre linee, mentre dei misuratori di KWh o di GPL monitoreranno l'energia consumata dai tre diversi sistemi per mantenere la stessa temperatura programmata, permettendo così un confronto tra l'efficienza energetica di diversi sistemi.

Un'ulteriore innovazione, che sarà collaudata in uno dei 5 anni del Progetto, sarà costituita dall'utilizzo di una serra adiacente a quella di prova per l'installazione di una pompa di calore, confrontando così la possibile migliore efficienza della pompa di calore funzionante in un ambiente più caldo rispetto alla stessa pompa installata all'aperto. Nella serra adiacente saranno pertanto coltivate specie di interesse ornamentale o vivaistico adatte alla coltivazione in serra fredda.

Relativamente al piano sperimentale, non essendo ovviamente possibile effettuare ripetizioni "fisiche" delle prove, verranno effettuate delle repliche "temporali" degli esperimenti, considerando in ciascuna stagione i dati di 3 diversi periodi di tempo continuativi come 3 ripetizioni, e i 3 sistemi, le 2 stagioni (autunno/inverno) e i 3 anni come fattori sperimentali.

1.8.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.1.8.1: Report sulla progettazione dell'impianto sperimentale.

D.1.8.2: Report sul primo anno di attività.

D.1.8.3: Report sullo stato dell'arte dei consumi delle aziende floro-vivaistiche.

- D.1.8.4: Report tecnico sulle caratteristiche dei software di tipo open source disponibili.
D.1.8.5: Report sul secondo anno di attività.
D.1.8.6: Report sul primo anno di sperimentazione dell'impianto realizzato.
D.1.8.7: Data base tecnico contenente i dati rilevati ed acquisiti nel corso delle prove.
D.1.8.8: Report sul terzo anno di attività.
D.1.8.9: Report sul secondo anno di sperimentazione dell'impianto realizzato.
D.1.8.10: Report sul quarto anno di attività.
D.1.8.11: Report sul terzo anno di sperimentazione dell'impianto realizzato.
D.1.8.12: Report sulle attività e risultati ottenuti nei cinque anni di attività del progetto.
D.1.8.13: Pubblicazioni su rivista scientifica, attività di divulgazione a convegni, attività di formazione. Valutazioni di eventuali varianti impiantistiche dell'impianto sperimentale.
D.1.8.14: Output di tutta la task: divulgazione su sito web.

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

	Attività	Deliverable	
Quadrimestri	1	Riunioni di inizio progetto	
	2	Studio di fattibilità e progettazione dell'impianto sperimentale. Acquisizione dei dati dei consumi energetici delle aziende floro-vivaistiche da letteratura	D.1.8.1
	3	Acquisizione dei dati dei consumi energetici delle aziende floro-vivaistiche tramite interviste. Avvio della realizzazione dell'impianto sperimentale	D.1.8.2
	4	Inizio del primo anno di sperimentazione. Valutazione dei dati rilevati inerenti i consumi energetici	D.1.8.3
	5	Valutazione dei software open source disponibili per la gestione energetica di un'azienda floro-vivaistica	D.1.8.4
	6	Valutazione della prima fase di sperimentazione	D.1.8.5
	7	Risultati del primo anno dell'impianto sperimentale. Prime verifiche della compatibilità dei software scelti al progetto. Avvio delle prove del secondo anno	D.1.8.6
	8	Acquisizione dati	D.1.8.7
	9	Valutazione dei dati ottenuti	D.1.8.8
	10	Risultati del secondo anno dell'impianto sperimentale. Scelta definitiva del software e verifiche. Avvio delle prove del terzo anno	D.1.8.9
	11	Acquisizione dati	D.1.8.7
	12	Valutazione dei dati ottenuti	D.1.8.10
	13	Risultati del terzo anno dell'impianto sperimentale. Avvio delle prove del quarto anno	D.1.8.11
	14	Acquisizione dati	D.1.8.7
	15	Valutazione dei dati ottenuti nel quarto anno di prove e valutazione complessiva dei risultati ottenuti	D.1.8.12, D.1.8.13, D.1.8.14

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

- Incentivare il passaggio dall'uso di combustibili fossili a fonti energetiche rinnovabili o pompe di calore;
- migliorare l'efficienza tecnico-economica nell'impiego di risorse energetiche alternative per le diverse tipologie di serre e colture;
- conseguire la sostenibilità delle produzioni florovivaistiche tramite innovazioni a basso impatto ambientale.
- Favorire nelle imprese un uso più razionale e sostenibile dell'energia e delle risorse incoraggiando gli investimenti e le ristrutturazioni aziendali;
- ridurre i costi e migliorare la qualità.

1.8.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

- valutare la creazione di una rete di connessioni e sinergie tra gli attori del tema energia e della filiera per costituire un Polo di Eccellenza in grado di offrire ai floricoltori servizi e supporti qualificati e concordati in termini di ricerca, di innovazione e di promozione.
- creare servizi tesi ad aumentare il livello di formazione professionale degli operatori impegnati nella filiera.
- Trasferire i risultati delle ricerche attraverso canali di divulgazione e percorsi di formazione.

1.8.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 1.8.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 1.8.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

WP2: Sviluppo della filiera delle biomasse solide agroforestali (WP leader: CREA-CIN CEOTTO E.)

2.1 Descrizione WP

Il WP2 affronta una serie di tematiche afferenti alla filiera delle biomasse solide agroforestali ad uso energetico: produzione di biomasse da colture dedicate, recupero e valorizzazione dei residui forestali, della gestione del verde urbano, e potenzialità produttiva delle aree marginali. Lo scopo è quello di ottenere biomasse lignocellulosiche per gli impianti termochimici ad un costo minore e con impatti sul territorio migliori rispetto alle disponibilità attuali. Le biomasse provenienti dal comparto agricolo e forestale possono essere estremamente differenti dal punto di vista chimico-fisico e tali caratteristiche possono avere un peso notevole sulla scelta del tipo di processo di trasformazione, sulle specifiche tecnologiche dell'impianto e sulle problematiche che si possono avere nelle varie fasi della filiera. Tra i prodotti utilizzabili negli impianti presi in considerazione si approfondiranno le conoscenze sulle colture dedicate da biomasse, sui sistemi di utilizzo delle potature delle alberature cittadine e dei parchi, i residui e i sottoprodotti derivanti dalle operazioni di manutenzione dei boschi, arboreti da legno, fasce fluviali. La raccolta e l'utilizzo di tali prodotti per fini energetici ne consentirebbe il recupero sostenibile in termini ambientali, agronomici ed economici.

Uno degli obiettivi del WP2, è quello quindi di ottenere materiale adatto per la produzione di energia, regolando accuratamente molti parametri e introducendo innovazioni e/o l'utilizzo di nuove soluzioni tecniche, per la valutazione dell'impatto sulle caratteristiche qualitative del prodotto e per la definizione delle corrette condizioni per la raccolta del prodotto stesso. Le analisi sulle potenzialità economiche d'utilizzo dei residui hanno dimostrato, infatti, la centralità del fattore meccanizzazione delle operazioni di raccolta, carico, trasporto, scarico e stoccaggio, che possono rendere o meno economicamente sostenibile l'utilizzo del residuo. In alcuni contesti è possibile impiegare, o adattare, macchine operatrici già presenti nel comparto agro forestale mentre in altri casi vengono richieste soluzioni innovative indispensabili per l'attivazione della filiera.

Un altro obiettivo del WP2 è quello di approfondire tematiche finora poco indagate nel settore delle colture dedicate, di particolare rilevanza nella gestione di aree dedicate alla coltivazione di specie da biomassa ad uso energetico.

Un terzo obiettivo del WP2 è quello di sviluppare stime di potenziale produttivo di colture alternative per la produzione di bioenergia a copertura nazionale, quantificandone l'impatto ambientale ad integrarne la valutazione. Il lavoro previsto mira a rendere disponibili i dataset di input sviluppati e i risultati delle analisi, geo-spazializzati, e gli strumenti di modellazione. Le stime di produttività e la quantificazione delle risorse utilizzate potranno essere utilizzate per una successiva analisi a livello economico.

Nello specifico le azioni previste nel WP2, riguarderanno la valutazione dell'applicabilità di sistemi di separazione, trattamento e compattazione, idonei all'applicazione su raccogliatrici agricole, a bordo campo e/o nei cantieri di allestimento forestale od eventualmente presso impianti di trasformazione per verificarne il comportamento al variare della tipologia di biomassa e del suo contenuto di umidità. Verranno poi approfondite tematiche finora poco indagate nel settore delle colture da energia e di particolare rilevanza nella gestione di aree dedicate alla produzione di biomassa ad uso energetico, nello sviluppo di sistemi innovativi che permettano di valorizzare le produzioni di specie arboree allevate ad MRF, comprensive di ceppaie o colture legnose invasive attraverso la meccanizzazione delle operazioni di raccolta e sezionamento delle piante ed il successivo confezionamento in idonei sacchi di rete. In altre azioni verranno valorizzate le biomasse forestali residuali, con una caratterizzazione dendrometrica ed una stima del potenziale di biomassa ritraibile dalle piantagioni forestali di conifere e latifoglie, e quelle provenienti da cantieri di gestione degli alberi in ambiente urbano. Infine, verrà definita la potenzialità produttiva di colture

da bioenergia su suoli marginali identificando in primo luogo le aree potenzialmente disponibili ed il significato della marginalità dai suoli, tradizionalmente intesa in rapporto alla potenzialità produttiva.

WP leader:

Enrico Ceotto - UO CREA-CIN, (vedi Paragrafo 1.8, pag. 18).

2.2 Articolazione WP

WP2: Sviluppo della filiera delle biomasse solide agroforestali (WP leader: CREA-CIN CEOTTO E.)

Task 2.1: Sistemi di compattamento per biomasse residuali (Task Leader Alberto Assirelli – CREA-ING)

Task 2.2: Colture e tecniche innovative per la produzione di bioenergia (Task Leader Enrico Ceotto – CREA-CIN)

Task 2.3: Valorizzazione delle biomasse lignocellulosiche per la produzione di energia termica (Task Leader Luigi Pari – CREA-ING)

Task 2.4: Valorizzazione delle biomasse forestali residuali (Task Leader Stefano Verani – CREA-PLF)

Task 2.5: Recupero di residui lignocellulosici da gestione del verde urbano (Task Leader Marcello Biocca – CREA-ING)

Task 2.6: Potenzialità produttiva e servizi ambientali di colture da bioenergia su suoli marginali (Task Leader Marcello Donatelli – CREA-CIN)

Task 2.1: Sistemi di compattamento per biomasse residuali

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

Le biomasse residuali rappresentano un'importante fonte di materiale scarsamente valorizzato anche per mancanza di opportune metodologie di recupero e condizionamento in campo o presso gli stabilimenti di lavorazione del ciclo principale.

L'areale di biomasse disponibili è piuttosto vasto ma le caratteristiche specifiche di ogni tipologia richiedono precisi accorgimenti sia per il recupero senza alterare significativamente le linee di meccanizzazione sviluppate per la raccolta principale sia per condizionare tale prodotto in modo da mantenerne le caratteristiche ricercate e ridurre i costi di trasporto e movimentazione.

Le possibilità d'impiego possono essere anche molto diversificate dalla semplice termovalorizzazione diretta, all'inserimento negli impianti di sistemi di fermentazione anaerobica sia di prodotto tal quale sia in miscela con altre matrici. Aspetto che si sta affermando in modo piuttosto marcato riguarda la possibilità di valorizzazione, dopo estrazione, di prodotti o molecole ad alto valore aggiunto che in ambito industriale possono avere interessanti prospettive (cellulosa, fibra, polifenoli, carotenoidi, ecc.), e diverse possibilità d'impiego come materia prima, integratori alimentare (umano/zootecnico), farmaceutico, ecc.

Il panorama delle biomasse residuali è molto vasto ed eterogeneo per cui occorre delimitare l'area di intervento ai soli prodotti che a fine ciclo colturale si presentano in uno stato favorevole al trattamento di condizionamento od estrazione senza necessità di ulteriori interventi, tali prodotti riguardano prevalentemente i sottoprodotti di trebbiatura, di allestimento legname, le potature di produzione di frutteti e vigneti e gli sfalci di argini e verde urbano.

Gli aspetti dimensionali, la struttura ed il contenuto di umidità rappresentano gli aspetti prevalenti su cui calibrare le operazioni di condizionamento per ottenere un prodotto soprattutto stabile nella forma e nella conservazione.

Durante le operazioni di raccolta della granella sono già state fatte diverse esperienze di separazione dei sottoprodotti tipo silique di leguminose, glume di cereali autunno vernini, tutoli di mais, ma la mancanza di un adeguato sistema di compattazione ne limita la diffusione interferendo con le ordinarie operazioni di raccolta.

Più o meno analogamente i residui di potatura e di allestimento forestale e gli sfalci difficilmente trovano allocazione a causa della complessa movimentabilità dovuta alla tipologia di prodotto e trasporto, innalzando notevolmente i costi di recupero.

L'attività vuole verificare l'applicazione di principi funzionali convalidati di compressione a queste tipologie di residuali valutandone l'applicazione sulle raccogliatrici, a bordo campo od all'uscita dell'impianto, secondo necessità e fornendo i necessari parametri tecnico funzionali per l'applicazione su larga scala, aspetto piuttosto ricercato dai produttori e valorizzatori. Inoltre potranno essere esaminate soluzioni volte ad agevolare le operazioni di raccolta con separazione diretta delle frazioni secondarie di biomassa (es. sorgo da granella).

Fra gli utilizzatori interessati allo sviluppo della proposta sono incluse aziende agricole ad indirizzo cerealicolo zootecnico, impianti di biogas per la produzione di energia elettrica e biometano, oltre a potenziali industrie mangimistiche e di trasformazione.

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

Task leader:

Alberto Assirelli - UO CREA-ING, (vedi Task 1.2).

Collaborazioni esterne:

- Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per la valorizzazione del legno e delle specie arboree (CNR-IVALSA).

Pubblicazioni

- Assirelli A, Pari L, 2008. Design, realization and first tests of a prototype of mower-conditioner to harvest fibre sorghum through haymaking. *Worldbioenergy*, 08, 148-152.
- Pari L, Assirelli A, Suardi A, Civitarese V, Del Giudice A, Costa C, Santangelo E, 2012. The harvest of oilseed rape (*Brassica napus* L.): the effective yield losses at on-farm scale in the Italian area. *Biomass and Bioenergy*, 46, 453-458.
- Acampora A, Croce S, Assirelli A, Del Giudice A, Spinelli R, Suardi A, Santangelo E, Pari L, 2013. Product contamination and harvesting losses from mechanized recovery of olive tree pruning residues for energy use. *Renewable Energy*, 53, 350-353.
- Assirelli A, Santangelo E, Spinelli R, Acampora A, Croce S, Civitarese V, Pari L, 2013. Mechanization of Rhizome Extraction in Giant Reed (*Arundo donax* L.) Nurseries. *Applied Engineering in Agriculture*, 29, 489-494.
- Assirelli A, Croce S, Acampora A, Civitarese V, Suardi A, Santangelo E, Pari L, 2013. An Innovative System for Conditioning Biomass Sorghum [*Sorghum Bicolor* (L.) Moench]. *Transaction of the ASABE*, 56(3), 829-837.
- 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.

2.1.3 Obiettivi della task

L'obiettivo generale della Task è quello valutare l'applicabilità di sistemi di separazione, trattamento e compattazione idonee all'applicazione su raccogliatrici agricole, a bordo campo e/o nei cantieri di allestimento forestale od eventualmente presso impianti di trasformazione per verificarne il comportamento al variare della tipologia di biomassa e del suo contenuto di umidità.

A tal fine l'attività verrà sviluppata in tre linee principali:

6. valutazione delle possibilità di equipaggiamento di mietitrebbiatrici in raccolta di cereali, leguminose e mais di sistemi di separazione e compattamento integrati all'operatrice;
7. valutazione di diversi sistemi di trattamento/compattamento a densità regolabile, anche scarrabile;
8. promozione di attività dimostrative, divulgative e informative.

2.1.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

L'attività nella Task 2.1 verrà articolata in 4 linee, in relazione agli obiettivi sopra specificati, che avranno come output le relative deliverables.

Linea 1: valutazione delle possibilità di equipaggiamento di mietitrebbiatrici in raccolta di cereali, leguminose e mais di sistemi di separazione e compattamento integrati all'operatrice

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

- Valutazione delle principali caratteristiche tecniche e funzionali di compattatori fra cui anche pellettatrici e bricchettatrici applicabili su raccogliatrici o come unità separate con individuazione del sistema più idoneo in funzione della tipologia di biomassa da trattare e del loro tenore di umidità.
- Sviluppo e realizzazione di apparati e sistemi, integrabili su mietitrebbiatrici per la separazione di frazioni diverse della coltura principale. Tali sistemi possono operare sia a monte sia a valle del processo di trebbiatura operando la separazione delle frazioni nel sistema ritenuto più idoneo. Le frazioni più voluminose potranno essere separate prima dell'ingresso nella

mietitrebbiatrice mentre quelle più fini saranno separate a fine ciclo o nel processo di pulizia della granella.

- prove di campo e/o modifiche in opera
- valutazione di compattatori su impianti industriali di trasformazione

Linea 2: valutazione di diversi sistemi di trattamento/compattamento a densità regolabile, anche scarrabile

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

- valutazione delle principali tipologie di sistemi di compattamento disponibili, anche scarrabili, con aspetti dimensionali, funzionali e prestazionali ed individuazione degli allestimenti applicabili
- prove e valutazione di sistemi di compattamento su potature
- prove e valutazione di sistemi di compattamento su residui di allestimento forestale

Linea 3: promozione di attività dimostrative, divulgative e informative.

- giornate dimostrative
- convegni

2.1.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

Gli output previsti dalla task comprendono le seguenti deliverables:

D.2.1.1 Output dell'attività sulla linea 1:

Rapporto di valutazione sugli apparati di separazione ausiliaria installati sulle mietitrebbiatrici e sull'applicabilità dei sistemi di compattamento provati con indicazione dei rispettivi vantaggi e limiti, eventuale redazione di articoli scientifici su riviste nazionali ed internazionali;

D.2.1.2 Output dell'attività sulla linea 2:

Report finale sulla valutazione dei sistemi di trattamento/compattamento e sulla loro applicabilità alle biomasse residuali;

D.2.1.3 Output dell'attività sulla linea 3:

Report su giornate dimostrative e convegni dei sistemi di recupero e compattamento sviluppati.

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

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	1a: Valutazione delle principali caratteristiche tecniche e funzionali di compattatori fra cui anche pellettatrici e bricchettatrici applicabili su raccogliatrici o come unità separate.	D.2.1.1
	2	1b: Sviluppo e realizzazione di apparati e sistemi, integrabili su mietitrebbiatrici per la separazione di frazioni diverse della coltura principale. Tali sistemi possono operare sia a monte	D.2.1.1

		sia a valle del processo di trebbiatura operando la separazione delle frazioni nel sistema ritenuto più idoneo. Le frazioni più voluminose potranno essere separate prima dell'ingresso nella mietitrebbiatrice mentre quelle più fini saranno separate a fine ciclo o nel processo di pulizia della granella.	
	3	1c: prove di campo e/o modifiche in opera	D.2.1.1
	4	2a: valutazione delle principali tipologie di sistemi di compattamento disponibili, anche scarrabili, con aspetti dimensionali, funzionali e prestazionali ed individuazione degli allestimenti applicabili	D.2.1.2
	5	2b: prove e valutazione di sistemi di compattamento su potature	D.2.1.2
	6	2c: prove e valutazione di sistemi di compattamento su residui di allestimento forestale	D.2.1.2
	7	1b: Sviluppo e realizzazione di apparati e sistemi, integrabili su mietitrebbiatrici per la separazione di frazioni diverse della coltura principale. Tali sistemi possono operare sia a monte sia a valle del processo di trebbiatura operando la separazione delle frazioni nel sistema ritenuto più idoneo. Le frazioni più voluminose potranno essere separate prima dell'ingresso nella mietitrebbiatrice mentre quelle più fini saranno separate a fine ciclo o nel processo di pulizia della granella.	D.2.1.3
	8	1c: prove di campo e/o modifiche in opera	D.2.1.1

9	1d: valutazione di compattatori su impianti industriali di trasformazione	D.2.1.1
10	1b: Sviluppo e realizzazione di apparati e sistemi, integrabili su mietitrebbiatrici per la separazione di frazioni diverse della coltura principale. Tali sistemi possono operare sia a monte sia a valle del processo di trebbiatura operando la separazione delle frazioni nel sistema ritenuto più idoneo. Le frazioni più voluminose potranno essere separate prima dell'ingresso nella mietitrebbiatrice mentre quelle più fini saranno separate a fine ciclo o nel processo di pulizia della granella.	D.2.1.3
11	1c: prove di campo e/o modifiche in opera	D.2.1.1
12	2b: prove e valutazione di sistemi di compattamento su potature	D.2.1.2
13	2c: prove e valutazione di sistemi di compattamento su residui di allestimento forestale	D.2.1.2
14	1c: prove di campo e/o modifiche in opera	D.2.1.1
15	3b: attività divulgativa, convegni	D.2.1.3

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

I risultati attesi sono riassumibili come segue:

- fornire indicazioni concrete sulla possibilità applicativa di sistemi di separazione e condizionamento delle biomasse residuali su mietitrebbiatrici;
- fornire indicazioni concrete sulla possibilità applicativa di sistemi di trattamento/compattamento delle biomasse residuali su potature;
- fornire indicazioni concrete sulla possibilità applicativa di sistemi di trattamento/compattamento delle biomasse residuali forestali.

Ostacoli prevedibili sono da riferire principalmente all'esigenza di non alterare l'operatività dei cantieri di raccolta e all'esigenza di ottimizzare la logistica dei compattatori e del prodotto ottenuto. Le azioni correttive sono rappresentate dallo studio di ottimizzazione dei sistemi integrati sulle macchine e dallo studio del lavoro per fornire indicazioni sulle modifiche ai processi ordinari per limitare tali ostacoli.

2.1.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Il piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati prevede di:

- Organizzare giornate dimostrative in campo e workshop ad hoc con utilizzatori ed altri addetti ai lavori per diffondere le applicazioni sviluppate a tutti i soggetti pubblici e privati potenzialmente interessati;
- Partecipare a convegni di interesse per la presentazione dei risultati;
- Realizzare pubblicazioni scientifiche sui risultati più rilevanti del progetto a partire dal secondo anno del progetto.

2.1.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 2.1.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 2.1.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 2.2: Colture e tecniche innovative per la produzione di bioenergia

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

La ricerca ha l'obiettivo di approfondire tematiche finora poco indagate nel settore delle colture da energia e di particolare rilevanza nella gestione di aree dedicate alla coltivazione di specie da biomassa ad uso energetico. La ricerca si articolerà su due linee: 1) Valutazione della produttività e dell'efficienza dell'uso dell'azoto di *Arundo donax* con epoche di raccolta non convenzionali; 2) Valutazione di *Silybum marianum* come coltura alternativa per la produzione di bioenergia da biomassa lignocellulosica e di olio: produttività di genotipi e messa a punto di tecniche agronomiche che minimizzino l'impiego di input colturali.

Linea 1: La canna comune (*Arundo donax* L.), di seguito indicata come Arundo, è specie erbacea rizomatosa perenne caratterizzata da una notevole potenzialità produttiva. In buone condizioni di disponibilità idrica e nutrizionale, produzioni annuali di sostanza intorno alle 40 Mg ha⁻¹ sono state riportate in diverse regioni d'Italia.

Sebbene l'Arundo sia stata oggetto di numerose ricerche negli ultimi 10 anni, gran parte degli studi sono stati finora condotti sulla coltura con raccolta autunnale o invernale. Pochi studi sono stati condotti sul canneto sottoposto a epoche di raccolta estive. Un recente studio condotto a Pisa ha indicato che epoche di raccolte estive incrementano la resa annuale della coltura. Tuttavia, è utile approfondire gli effetti delle raccolte estive sia sulla produttività, sia sulla durata dell'impianto, sia sulle asportazioni di azoto. Un nostro studio, condotto ad Anzola dell'Emilia, ha indicato che l'Arundo ha un elevatissimo tasso di crescita giornaliero, circa 520 kg s.s. ha⁻¹. Purtroppo, queste condizioni ideali si verificano soltanto nel periodo compreso tra i primi di maggio ed i primi di agosto, successivamente sia il tasso di crescita giornaliero, subisce un brusco rallentamento. Di questo comportamento, indicato come "summer slump", non sono stati chiariti i meccanismi fisiologici. Nel caso in cui la raccolta del canneto avvenga durante l'estate, è plausibile che un elevato tasso di crescita venga stimolato dalla raccolta estiva, e quindi che la produttività annuale della coltura sia più elevata. Resta però da valutare l'effetto di ripetute raccolte estive sulla stabilità produttiva del canneto nel corso degli anni. Inoltre, un nostro secondo studio ha indicato che l'Arundo possiede una elevata l'efficienza fisiologica dell'uso dell'azoto (PEN, kg biomassa per kg N assorbito) se viene gestita con raccolte invernali. Poiché le colture perenni traslocano gran parte dell'azoto nei rizomi a fine stagione di crescita, ci sono fondati motivi per ritenere che le raccolte estive aumentino in modo considerevole le asportazioni di azoto da parte della coltura, modificando sensibilmente la relazione esistente tra biomassa prodotta ed azoto assorbito dalla coltura.

Linea 2: Il cardo mariano (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) è una pianta originaria del bacino mediterraneo che si è successivamente diffusa in molte zone del pianeta sia come pianta spontanea che come specie coltivata. Oggi il cardo mariano è coltivato come importante specie officinale per la produzione di silimarina (composto bioattivo presente nel seme). Oltre che per la produzione di silimarina *S. marianum* si caratterizza come una specie che ben si adatta ad ambienti marginali e a condizioni di bassi input colturali. La specie mostra elevato vigore vegetativo e buona produttività di biomassa e granella, questa ultima caratterizzata da un interessante contenuto di olio e proteina. Questi aspetti rendono *S. marianum* un ottimo candidato per lo sviluppo di una coltura multifunzionale alternativa per la produzione di bioenergia a livello aziendale. Nonostante questo, informazioni relative alle caratteristiche qualitative/quantitative della biomassa prodotta da cardo mariano, nonché le conoscenze relative alla tecnica agronomica per la produzione di bioenergia a partire da questa specie, sono attualmente limitate e richiedono futuri approfondimenti.

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

Task leader:

Enrico Ceotto - UO CREA-CIN, (vedi Paragrafo 1.8, pag. 18).

Partecipanti:

Tommaso Martinelli - UO CREA-CIN, il Dott. Martinelli è ricercatore presso il CREA-CIN di Bologna dal dicembre 2011. Agronomo e fisiologo vegetale, si occupa di caratterizzazione e miglioramento delle produzioni ottenibili da *Silybum marianum*. E' attualmente il responsabile scientifico dell'OR1n "Individuazione di genotipi di *S. marianum* caratterizzati da alto contenuto di acido oleico del seme ed assenza di pappo e valutazione qualitativa della biomassa" e dell'OR4h "Estrazione di prodotti ad alto valore aggiunto e potenziali campi applicativi I: silimarina" per il progetto "Bioraffineria di III generazione integrata nel territorio (BIT3G)" nell'ambito dei Cluster tecnologici nazionali (MIUR). E' stato inoltre responsabile scientifico per l'Italia del progetto Canaletto 2013-2015 (progetto bilaterale Italia-Polonia) dal titolo: "Produzione di bioenergia e biomolecole utili da *Silybum marianum*: studio di una collezione di genotipi", progetto finanziato dal Ministero Affari Esteri.

Pubblicazioni

- Andrzejewska J., Martinelli T., Sadowska K., 2015. *Silybum marianum*: Non-medical exploitation of the species. *Annals of Applied Biology*, 167, 285-297.
- Ceotto E., Di Candilo M., 2010. Shoot cuttings propagation of giant reed (*Arundo donax* L.) in water and moist soil: the path forward? *Biomass and Bioenergy*, 34, 1614-1623.
- Ceotto E., Di Candilo M., Castelli F., Badeck F.W., Rizza F., Soave C., Volta A., Villani G., Marletto V., 2013. Comparing radiation interception and use efficiency for the energy crops giant reed (*Arundo donax* L.) and sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Field Crops Research*, 149, 159-166.
- Ceotto E., Castelli F., Moschella A., M. Diozzi, Di Candilo M. 2015. Cattle slurry fertilization to giant reed (*Arundo donax* L.): biomass yield and nitrogen use efficiency. *BioEnergy Research*, 8, 3, 1252-1262.
- Martinelli T., Andrzejewska J., Salis M., Sulas L. (2015) Phenological growth stages of *Silybum marianum* according to the extended BBCH scale. *Annals of Applied Biology*, 166, 53-66.

2.2.3 Obiettivi della task

Linea 1:

- 1) Valutare se epoche di taglio estive dell'Arundo possono ripristinare un attivo accrescimento nella seconda parte dell'estate, periodo nel quale la coltura normalmente subisce un "crollo estivo" del tasso di crescita;
- 2) Quantificare le asportazioni e l'efficienza dell'uso dell'azoto dell'Arundo sottoposta ad epoche di raccolta estive;
- 3) Valutare se epoche di raccolta estive determinano un declino di produttività del canneto nel corso degli anni rispetto al taglio tradizionale a fine stagione.

Linea 2:

- 1) Valutazione qualitativa e quantitativa della produttività di 2 genotipi di cardo mariano a fini energetici
- 2) Valutazione dell'adattabilità di cardo mariano a tecniche agronomiche di minima lavorazione del suolo e a ridotte concimazioni azotate.

2.2.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

Linea 1:

I trattamenti consistono in tre epoche di raccolta e verranno applicati su un canneto di nuovo impianto realizzato nell'estate del 2015. Il nuovo canneto è stato impiantato in righe distanti 75 cm, utilizzando talee di culmo di un metro di lunghezza, interrate a coppie nei solchi. Il prelievo del materiale di propagazione è effettuato su un canneto di circa 500 m², presente nella stessa azienda, utilizzando fusti di *Arundo* al secondo anno provvisti di fusti laterali in corrispondenza dei nodi. Detta metodologia, messa a punto e verificata sperimentalmente da Ceotto e Di Candilo a partire dal 2008, ha permesso di ottenere una elevata uniformità di impianto, superiore rispetto ad altri metodi di propagazione. Nell'anno di impianto, poiché la coltura attraversa una fase giovanile di affrancamento, non sono effettuate raccolte né rilievi di crescita.

La sperimentazione agronomica verrà condotta per tre anni consecutivi a partire dal 2016. I trattamenti sulla coltura consistono in due epoche di raccolta non convenzionali a confronto della normale epoca di raccolta autunnale:

- prima raccolta nei primi giorni di luglio, seconda raccolta a fine settembre;
- prima raccolta nei primi giorni di agosto, seconda raccolta a fine settembre;
- raccolta unica a fine ottobre.

I trattamenti verranno applicati su parcelle elementari dell'ampiezza di 100 m². Gli sfalci verranno effettuati con trattore e barra falciante. Lo schema sperimentale è un blocco randomizzato con 4 ripetizioni. Sulle 12 parcelle dell'esperimento verranno effettuati rilievi periodici dell'accrescimento, a cadenza di 2-4 settimane, nel periodo compreso tra maggio e settembre. Le raccolte sopraindicate verranno effettuate in corrispondenza di uno dei campionamenti periodici. In ciascuna data di raccolta verrà prelevato manualmente un campione costituito da 1 metro lineare di fila (0,75 m²). Sul campione saranno determinati: il peso fresco, il contenuto di umidità con essiccazione in stufa a 105 °C, la produzione di sostanza secca per unità di superficie, l'altezza ed il diametro dei fusti. La successione temporale delle produzioni di sostanza secca permetterà di stimare i tassi giornalieri di crescita per ciascun periodo di crescita (prima e dopo il primo taglio). I campioni essiccati in stufa verranno macinati finemente, e le polveri saranno utilizzate per la determinazione dei contenuti di azoto, carbonio ed idrogeno con lo strumento Leco CHN TRUSPEC, del laboratorio biomasse del CREA-CIN. I contenuti di azoto serviranno per quantificare le asportazioni di azoto della coltura con le diverse epoche di raccolta, e per calcolare l'efficienza dell'uso dell'azoto della coltura sottoposta a tre trattamenti di raccolta. L'efficienza dell'uso dell'azoto dei tre trattamenti di raccolta sarà comparata facendo riferimento a tre indici agronomici:

Efficienza fisiologica dell'uso dell'azoto (PE_N, in kg biomassa prodotta per kg di azoto assorbito dalla coltura);

Recupero apparente dell'azoto (RE_N, kg di azoto assorbito dalla coltura per kg di azoto applicato con il fertilizzante);

Efficienza agronomica dell'uso dell'azoto (AE_N, kg di sostanza secca prodotta per kg di azoto applicato con il fertilizzante).

Allo scopo di sopperire alle prevedibili esigenze di azoto della coltura sottoposta a doppia raccolta nel corso della stagione di crescita, verrà applicata una dose di azoto di 250 kg N per ettaro, sotto forma di urea, in soluzione unica all'inizio della stagione di crescita. Non sono previste ulteriori concimazioni in copertura poiché la coltura ha dimostrato notevole capacità di accumulare l'azoto nella biomassa sotterranea e di traslocarlo alla parte aerea all'inizio di ogni periodo di crescita.

Linea 2:

Attività 1: Studio del potenziale produttivo di *S. marianum*. I 2 genotipi di *S. marianum* che hanno mostrato le caratteristiche qualitative più interessanti (progetto BIT3G) ai fini della produzione di bioenergia, verranno testati in condizioni di pieno campo. La sperimentazione agronomica verrà

condotta per un totale di 3 anni effettuando una semina autunnale e adottando uno schema sperimentale a 3 blocchi randomizzati. Il colza verrà utilizzato come controllo. Ogni anno a fine ciclo colturale si provvederà a misurare la produttività delle varie frazioni di biomassa (steli, foglie, capolini vuoti, granella) per ciascun genotipo in studio.

Attività 2: Valutazione qualitativa della biomassa e della granella di *S. marianum* al fine di ottimizzare le produzioni. Le analisi qualitative comprenderanno: potere calorifico, contenuto di ceneri, fusibilità delle ceneri, qualità delle cellulose, contenuto di lignina, contenuto di N e C, qualità e quantità di silimarina nella granella, quantità, qualità dell'olio nella granella contenuto di azoto nella granella. Le metodologie analitiche utilizzate saranno quelle proposte dal "National renewable energy laboratory" (NREL). Le suddette analisi qualitative della biomassa verranno effettuate sui campioni ottenuti durante le attività previste nella attività 1 e su campioni di biomassa vegetale prelevati in fase di fioritura dai diversi genotipi in studio per un totale di 18 campioni ogni anno (2 genotipi + Cont. x 2 epoche di raccolta x 3 repliche). Le analisi saranno ripetute per 3 annate.

Attività 3: Valutazione agronomica dell'adattabilità del cardo mariano alla semina su sodo e a differenti livelli di concimazione azotata al fine di ridurre gli input energetici della fase di campo e per la conservazione del suolo. A partire dal 3° anno, utilizzando il genotipo di *S. marianum* che durante le prime 2 annate di sperimentazione ha dato i risultati più interessanti da un punto di vista quantitativo e qualitativo (attività 1 e 2), si provvederà ad effettuare prove agronomiche di pieno campo che prevedano la semina su sodo di *S. marianum* e input azotati variabili. Lo schema sperimentale prenderà in considerazione 3 diversi livelli di concimazione azotata (3 repliche per trattamento). Il colza sarà inserito nella prova come controllo. La prova verrà ripetuta per 3 annate successive e a fine ciclo colturale verrà misurata la produttività in biomassa erbacea e granella dei diversi trattamenti. Inoltre verrà misurato il contenuto di N totale delle diverse frazioni di biomassa.

Attività 4: Misura dei principali parametri di accrescimento della specie durante le successive fasi di sviluppo della coltura al fine di ottimizzare la tecnica agronomica per una migliore efficienza energetica della specie. Durante i test relativi alla semina su sodo (Attività 3) verranno misurati i principali indici di accrescimento. Le misure saranno effettuate mediante analisi distruttive effettuate durante le successive fasi di sviluppo della coltura al fine di misurare la biomassa prodotta durante le varie fasi del ciclo produttivo. (4 misure: stadio di rosetta prima dell'inverno, stadio di rosetta in primavera, fioritura, fine ciclo colturale).

2.2.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.2.2.1

Linea 1: Relazione sull'attività condotta al termine del primo anno: dati raccolti durante la prima stagione di crescita (secondo anno del canneto) ed analisi qualitative di laboratorio;

Linea 2: Output sulle attività 1 e 2: Report sulla produttività dei 2 genotipi in studio (1° anno);
Analisi qualitative della biomassa prodotta dai 2 genotipi in studio a 2 stadi fenologici.

D.2.2.2

Linea 1: Relazione sull'attività condotta al termine del secondo anno: relazione sui dati raccolti durante la seconda stagione di crescita (terzo anno del canneto) ed analisi qualitative di laboratorio;

Linea 2: Output sulle attività 1 e 2: Report sulla produttività dei 2 genotipi in studio (2° anno).
Analisi qualitative della biomassa prodotta dai 2 genotipi in studio a 2 stadi fenologici (2° anno).

D.2.2.3

Linea 1: Relazione sull'attività condotta al termine del terzo anno: relazione sui dati raccolti durante la terza stagione di crescita (terzo anno del canneto) ed analisi qualitative di laboratorio;

Linea 2: Output dell'attività sulle linee 1, 2, 3 e 4: Report sulla produttività dei 2 genotipi in studio e sui relativi indici di accrescimento (3° anno). Analisi qualitative della biomassa prodotta dai 2 genotipi in studio a 2 stadi fenologici (3° anno). Risultati prova agronomica relativa alla semina su sodo e relativi indici di accrescimento della coltura (1° anno).

D.2.2.4

Linea 1: Relazione di attività sui dati complessivi del triennio e loro elaborazione.

Linea 2: Output dell'attività sulle linee 3 e 4: Report relativo ai risultati della prova agronomica di semina su sodo e sui relativi indici di accrescimento della coltura (2° anno).

D.2.2.5

Linea 1: Relazione conclusiva del progetto.

Linea 2: Output dell'attività sulle linee 3 e 4: Report relativo ai risultati della prova agronomica di semina su sodo e sui relativi indici di accrescimento della coltura (3° anno).

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

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1		
	2		
	3	Linee 1 e 2	D.2.2.1
	4		
	5		
	6	Linee 1 e 2	D.2.2.2
	7		
	8		
	9	Linee 1 e 2	D.2.2.3
	10		
	11		
	12	Linee 1 e 2	D.2.2.4
	13		
	14		
	15	Linee 1 e 2	D.2.2.5

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

Linea 1:

Questa ricerca permetterà di acquisire importanti informazioni su un sistema colturale finora poco studiato: il canneto a doppia raccolta con tagli estivi. I dati riguarderanno la dinamica dei tassi di crescita prima e dopo ciascun taglio, la produttività del canneto a seguito di tagli estivi e con doppia raccolta annuale in annate consecutive, le asportazioni e l'efficienza dell'uso dell'azoto in rapporto alle diverse epoche di taglio.

Ricadute e benefici:

Oltre al miglioramento delle conoscenze scientifiche sulle strategie di coltivazione dell'Arundo, si prevedono ricadute applicative per agricoltori ed imprenditori interessati alla coltivazione dell'Arundo, che potranno beneficiare delle risultanze scaturite da questo studio.

Ostacoli prevedibili ed azioni correttive:

Poiché il canneto di nuovo impianto sul quale verrà condotto questo studio è stato realizzato con successo e con soddisfacente uniformità di investimento nel corso del 2015, non sono prevedibili ostacoli alla realizzazione della prova.

Linea 2:

La linea di ricerca 2 permetterà la valutazione di cardo mariano come coltura multifunzionale per la produzione di bioenergia in condizioni di ridotti input colturali utilizzando tecniche agronomiche conservative.

Ricadute e benefici:

Lo sviluppo di cardo mariano come coltura a semina autunno vernina per la produzione di biomassa e granella consentirebbe di ampliare lo spettro di colture disponibile per la produzione di bioenergie in ambienti marginali di tipo mediterraneo.

Ostacoli prevedibili ed azioni correttive:

Condizioni meteorologiche estreme per la coltura (grandinate o temperature invernali inferiori a -9°C) potrebbero compromettere una o più annate della sperimentazione agronomica.

L'articolazione delle prove su 3 anni e del progetto su 5 anni consentirà verosimilmente di ripetere una o più annate di sperimentazione nel caso questo fosse necessario.

2.2.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Linea 1:

- Presentazione a convegni scientifici dei dati raccolti in forma preliminare (1 e secondo anno) e conclusiva (triennio);
- Pubblicazioni scientifiche con tre anni di dati raccolti in campo integrati dalle analisi dei contenuti di azoto delle biomasse.

Linea 2:

- Pubblicazioni scientifiche relative alla valutazione del possibile sfruttamento di *S. marianum* come coltura da bioenergia.

2.2.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 2.2.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 2.2.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 2.3: Valorizzazione delle biomasse lignocellulosiche per la produzione di energia termica

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

Con il termine *Bioenergia* si intende energia prodotta da biomassa. Quest'ultima include ogni tipo di materiale che ha origine da organismi viventi. In particolare si definisce *Biomassa energetica* ogni tipo di sostanza organica diversa dal petrolio, dal gas naturale e dal carbone (cioè dai combustibili fossili in generale) utilizzabile come combustibile. In questa classe rientrano:

- rifiuti urbani;
- rifiuti e residui organici industriali, agricoli e forestali;
- coltivazioni dedicate (colture energetiche) sia erbacee che arboree.

La biomassa può essere quindi considerata una delle principali risorse energetiche rinnovabili del futuro. Presenta un'elevata flessibilità di approvvigionamento in quanto diffusamente disponibile sotto forma di residui colturali, rifiuti organici, colture specifiche, e così via. Può venire direttamente bruciata (processi termochimici) oppure convertita attraverso diversi processi (biochimici e chimici) in combustibili liquidi, solidi e gassosi. A seconda della sua provenienza e del metodo di trasformazione presenta diverse possibilità di impiego:

- combustione diretta della biomassa o dei combustibili solidi da essa derivati per riscaldamento e generazione di energia elettrica;
- combustibili liquidi per autotrazione e riscaldamento;
- combustibili gassosi per generazione di energia elettrica.

Tra le fonti rinnovabili meritano attenzione le colture energetiche. Esse costituiscono una fonte importante per la produzione di energia da biomassa su grande scala, offrendo varie opportunità di impiego dato che, provenendo da diverse specie, presentano disparate caratteristiche. In particolare se si considera il loro ciclo biologico si possono indicativamente suddividere in:

- colture arboree o arbustive ad alta resa in biomassa e velocità di crescita e ricaccio: pioppo, salice, eucalipto, ecc.;
- colture erbacee perenni: canna comune, miscanto, canna palustre, ecc.;
- colture erbacee annuali: girasole, colza, sorgo, soia, barbabietola, mais, cereali, ecc.

Le biomasse legnose per la loro localizzazione in aree rurali svantaggiate rappresentano una risorsa che comporta uno stretto legame tra la loro valorizzazione e le politiche di sviluppo delle aree marginali. Si tratta di una filiera estremamente importante nel panorama italiano delle rinnovabili, dove si stima che la disponibilità potenziale di materiale legnoso, sia sotto forma di materia prima (la superficie forestale italiana è di circa 10 milioni di ettari pari al 35% del territorio nazionale) che di residui dall'attività agroforestale e delle lavorazioni del legno, sia molto elevata ed adeguata a rispondere a fabbisogni energetici decentrati con impatti ambientali non negativi. La biomassa più utilizzata in Italia è infatti il legno, che è anche, tra le rinnovabili, la seconda fonte di energia primaria italiana (circa il 30%) dopo l'idroelettrico. Attualmente questa risorsa viene impiegata soprattutto per alimentare apparecchi termici a livello domestico (circa 4,5 milioni di famiglie in Italia utilizzano la legna a scopo energetico su varia scala, di queste, oltre la metà la utilizza come fonte di riscaldamento principale).

Il largo consumo del legno nelle varie forme (legna da ardere, cippato e pellet), è principalmente motivato dalla convenienza economica di tale combustibile nei confronti di quelli fossili e riguarda per lo più l'utilizzo di sistemi tradizionali. Sebbene questi ultimi non siano neutrali da un punto di vista ambientale e presentino un'efficienza energetica

limitata (40-50%), le moderne tecnologie consentono di sfruttare al meglio il combustibile legno per la produzione di energia termica (e dove possibile anche di energia elettrica in cogenerazione), con effetti benefici sia sull'ambiente che sul territorio.

Le produzioni di specie arboree allevate ad MRF sono ad oggi destinate interamente all'alimentazione di centrali termoelettriche.

A seguito della diffusione di moderne attrezzature domestiche per la produzione di energia termica (termocamini), si sono delineati nuovi scenari per la differenziazione e la commercializzazione di combustibili legnosi con la possibilità di valorizzare le biomasse lignocellulosiche ad un prezzo nettamente più interessante.

Già oggi sono disponibili nei canali commerciali della vendita al dettaglio e della grande distribuzione, prodotti legnosi preparati e confezionati ad hoc per lo specifico utente privato.

Sono reperibili briquettes di segatura pressata, pellets di varia dimensione e legna tagliata e spaccata in confezioni di dimensioni e peso adatte ad un facile trasporto.

I prezzi di vendita al dettaglio di tutti questi prodotti, nei punti vendita di cui sopra, se confrontati con il prezzo di conferimento delle biomasse alle centrali di trasformazione, risultano sorprendentemente più alti.

Questa nicchia di mercato offre prodotti che nella generalità dei casi derivano da importazioni dall'est Europa e di derivazione forestale.

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

Task leader:

Luigi Pari - UO CREA-ING, il Dott. Luigi Pari dopo essersi laureato in Scienze Agrarie ed aver acquisito un Dottorato di ricerca in Meccanica Agraria presso l'Università degli Studi di Bologna, diventa nel 1989 ricercatore presso l'Unità di Ricerca per l'Ingegneria Agraria del CREA di Monterotondo.

Viene quindi nominato Direttore Scientifico e Tecnico del Polo Agricoltura non Alimentare Colture Energetiche, creato in CREA-ING, successivamente Direttore Tecnico-Scientifico del Consorzio per le Energie Rinnovabili e la Tutela Ambientale, ed infine Direttore incaricato del CREA ING nel periodo 2011-2012.

Dopo aver collaborato a diverse linee di ricerca indirizza la propria attività professionale allo sviluppo di innovazioni tecnologiche per la raccolta, il trasporto, lo stoccaggio e la prima lavorazione delle colture da biomassa provvedendo anche a verificare la economicità, il bilancio energetico e l'impatto ambientale delle diverse filiere agro-industriali e diventando il referente nazionale ed internazionale del settore.

Applica le conoscenze acquisite anche nei Paesi in Via di Sviluppo attraverso Progetti FAO ed UE in Africa, Asia ed America latina.

Docente a diversi Corsi di formazione, Corsi di aggiornamento, Dottorati di ricerca e Masters.

Ha svolto il ruolo di Coordinatore Generale in 5 Progetti di ricerca e il ruolo di Responsabile Scientifico in una trentina di Progetti di ricerca, finanziati sia dalla Unione Europea che da fondi Nazionali, pubblici e privati.

Ha progettato e costruito (o fatto costruire) circa 20 prototipi di macchine agricole per la raccolta delle colture da biomassa ed è inventore di 7 brevetti.

È valutatore scientifico dei progetti di ricerca per la Comunità Europea, Il MiPAAF e la Regione Toscana; ha partecipato alla valutazione dei Progetti nel Programma AIR e FAIR, REGPOT, SME e ENERGY, H2020 della Comunità Europea, alla valutazione dei Progetti finanziati da ARSIA della Regione Toscana, alla valutazione in itinere ed ex post dei Progetti a Sportello del MiPAAF.

È recensore degli articoli scientifici presentati alla rivista internazionale "Biomass e Bioenergy" ed alle World Conferences and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate, della Rivista Biomass & Bioenergy, della Rivista Applied Engineering in Agriculture (ASABE).

Ha partecipato a Commissioni, Gruppi di Studio e Comitati Scientifici, Chairman a conferenze internazionali, membro del comitato scientifico di convegni internazionali. Autore di 360 pubblicazioni scientifiche.

Collaborazioni esterne:

- Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per la valorizzazione del legno e delle specie arboree (CNR-IVALSA).

Pubblicazioni

- 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, *Biosystems Engineering*, 129, 370-377.
- Paolo Febbi P., Menesatti P., Costa C., Pari L., Cecchini M., 2015. Automated determination of poplar chip size distribution based on combined image and multivariate analyses. *Biomass and Bioenergy*, 73, 1-10.
- Pari L., Assirelli A., Acampora A., Del Giudice A., Santangelo E. 2015. A new prototype for increasing the particle size of chopped *Arundo donax* (L.), *Biomass and Bioenergy*, 74, 288-295.
- Spinelli R., Lombardini C., Pari L., Sadauskiene L., 2014. An alternative to field burning of pruning residues in mountain vineyards. *Ecological Engineering*, 70, 212-216.
- Palmieri N., Forleo M. B., Suardi A., Coaloa D., Pari L., 2014. Rapeseed for energy production: Environmental impacts and cultivation methods. *Biomass and Bioenergy*, 69, 1-11.

2.3.3 Obiettivi della task

L'obiettivo principale della presente Task è quello di studiare sistemi innovativi che permettano di valorizzare le produzioni di specie arboree allevate ad MRF, comprensive di ceppaie o colture legnose invasive attraverso la meccanizzazione delle operazioni di raccolta e sezionamento delle piante ed il successivo confezionamento in idonei sacchi di rete.

2.3.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

La linea di ricerca proposta intende valorizzare al massimo le produzioni di specie arboree allevate ad MRF attraverso la meccanizzazione delle operazioni di raccolta e sezionamento delle piante ed il successivo confezionamento in idonei sacchi di rete.

Tale studio consentirà di disporre di un prodotto già confezionato in campo e che sarà idoneo ad essere accatastato e conservato per il periodo di tempo necessario alla completa disidratazione, per poi essere avviato alla commercializzazione.

Per ottenere tale soluzione tecnica sarà studiato un prototipo per la pezzatura delle MRF che taglia le piante in pezzi di lunghezza media di circa 30 cm, e sarà studiata un'attrezzatura, disposta in successione operativa con la precedente che provveda all'operazione di confezionamento (insaccamento).

Il cantiere studiato sarà costituito quindi da un carro a due assi, di cui uno sterzante, trainato da un trattore a guida reversibile, collegato a sua volta alla pezzatrice.

Le piante saranno tagliate alla base e frammentate dalla pezzatrice in pezzi di lunghezza massima pari a circa 30 cm, lanciati, attraverso una doccia di scarico opportunamente dimensionata e adattata alla pezzatrice, all'interno del serbatoio dell'insaccatrice.

Saranno previsti due scarichi dal serbatoio, in maniera da rendere possibile il confezionamento di due sacchi contemporaneamente: l'alimentazione di ciascun condotto sarà controllata da una paratia scorrevole azionata dall'operatore tramite un circuito idraulico, che strozza il condotto nell'intervallo di tempo necessario allo spostamento dei sacchi pieni verso la parte posteriore della macchina.

Tali innovazioni potranno anche essere applicate alla raccolta di una specie arborea infestante (*Dischrostachys cinerea*) che sta invadendo i terreni coltivabili cubani mettendo a rischio la

sicurezza alimentare. A tale riguardo lo studio cercherà di mettere a punto soluzioni meccaniche ideali per i PVS, anche attraverso verifiche e collaborazioni in loco.

L'attività della Task prevederà:

- a) studio del sistema innovativo;
- b) progettazione in dettaglio del prototipo;
- c) verifica delle condizioni operative, in Italia e nei PVS, per adattare lo studio alle specifiche condizioni operative;
- d) valutazione dei quantitativi ottenibili.

2.3.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.2.3.1 Studio del sistema innovativo e Progettazione nel dettaglio del Prototipo.

D.2.3.2 Verifica delle condizioni operative, in Italia e nei PVS, per adattare lo studio alle specifiche condizioni operative.

D.2.3.3 valutazione dei quantitativi ottenibili.

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

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	Studio del sistema innovativo	
	2	Studio del sistema innovativo	
	3	Progettazione nel dettaglio del Prototipo	
	4	Progettazione nel dettaglio del Prototipo	D.2.3.1
	5	Verifica delle condizioni operative	
	6	Verifica delle condizioni operative	
	7	Verifica delle condizioni operative	
	8	Verifica delle condizioni operative ottenibili	
	9	Verifica delle condizioni operative	
	10	Verifica delle condizioni operative	
	11	Verifica delle condizioni operative	D.2.3.2
	12	Valutazione dei quantitativi ottenibili	
	13	Valutazione dei quantitativi ottenibili	
	14	Valutazione dei quantitativi ottenibili	
	15	Valutazione dei quantitativi ottenibili	D.2.3.3

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

La diffusione di attrezzature domestiche per la produzione di energia termica ha tracciato nuovi scenari riguardanti la differenziazione e la commercializzazione di combustibili legnosi, con la possibilità di valorizzare le biomasse lignocellulosiche ad un prezzo nettamente più interessante. Lo sviluppo della linea di ricerca in esame tenderà a ottimizzare al massimo le produzioni di specie arboree in Italia e nei PVS e allo stesso tempo a perfezionare l'intera filiera agroenergetica. Il sezionamento delle piante ed il successivo confezionamento in sacchi di rete permetterà di disporre di un prodotto, direttamente confezionato in campo, pronto ad essere stoccato e conservato e, previa idonea disidratazione, essere avviato alla commercializzazione. Lo scopo sarà quello di soddisfare le esigenze di uno specifico utente privato e nel contempo permettere al produttore un adeguato ritorno economico.

2.3.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Dallo studio del sistema innovativo è prevedibile lo sviluppo di un eventuale brevetto. Saranno, inoltre, messi a confronto prodotti derivanti da diverse specie legnose (olmo siberiano, paulonia, eucalipto, robinia, *Dischrostachys* cinerea ed altre). Di queste attività sperimentali saranno valutati diversi aspetti, sarà quantificato il potere energetico del prodotto finale e dai dati ottenuti prevedibilmente sarà sviluppata una pubblicazione IF.

2.3.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 2.3.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 2.3.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 2.4: Valorizzazione delle biomasse forestali residuali

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

Il consumo complessivo di cippato nel nostro Paese ad oggi è di 2,81 milioni di tonnellate di cui 0,7 milioni d'importazione (FAO, 2010). Il mercato di riferimento è rappresentato da 450 grandi centrali elettriche con potenza superiore al MW, da 86 impianti di teleriscaldamento di cui 18 in cogenerazione e da piccole reti di riscaldamento e caldaie per uso domestico, presenti quasi esclusivamente nel centro-nord Italia (AIEL, 2010). Tra le fonti di approvvigionamento della biomassa, un ruolo importante rivestono le piantagioni appositamente costituite e governate a ceduo a turno breve o medio (Short o Medium Rotation Coppice), gli scarti di colture agrarie (potature di oliveti e vigneti) e gli scarti di lavorazione del legno. Attualmente in Italia sono presenti circa 7.000 ha di SRC, e 5-600 ha di MRF prevalentemente ubicati nel nord Italia (Coaloe, 2014). La raccolta delle potature ha evidenziato costi ancora troppo elevati, per cui il ricorso all'utilizzo di tali residui è ancora problematico (Nati *et al.*, 2007). In questo contesto i residui derivanti da operazioni selvicolturali, quali i primi diradamenti (dove tutto il materiale viene cippato), i secondi diradamenti e il taglio del ceduo (dove gli scarti sono rappresentati da considerevoli quantità di cimali e ramaglia generalmente abbandonati in bosco), possono rappresentare una risorsa da valorizzare. Da un punto di vista operativo il sistema di lavoro generalmente impiegato è basato sull'allestimento delle piante in bosco, con sramatura e cimatura sul letto di caduta (sistema del legno corto). Per il recupero dei residui è necessario tornare in bosco e molto spesso tale operazione risulta economicamente non sostenibile. Un cambiamento del sistema di lavoro, esbosco della pianta intera ed allestimento all'imposto, offre la possibilità di effettuare il recupero degli scarti sul piazzale di lavorazione. Con l'adozione di tale sistema di lavoro è possibile ottenere come assortimenti, legna da ardere nei cedui, legname da opera in boschi di alto fusto e cippato dalle ramaglie e dai cimali. L'azione si propone di valorizzare la produzione integrata (cippato, legna da ardere, legname da lavoro), in cedui e in rimboschimenti di conifere. L'analisi del sistema di lavoro dell'albero intero, confrontato con quello del legno corto, consentirà di modellizzare le varie operazioni dell'utilizzazione garantendo migliori performance alle imprese di utilizzazione forestale secondo criteri di maggiore sostenibilità ed innovazione tecnologica.

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

Task leader:

Stefano Verani - UO CREA-PLF. Nato a Rosignano Marittimo (LI) il 26/07/1953. Nel 1977 si laurea in Scienze Forestali presso l'Università degli Studi di Firenze; nello stesso anno consegue anche l'abilitazione all'esercizio della libera professione. E' ricercatore dal 1980. Svolge ricerche sulla meccanizzazione delle utilizzazioni forestali con particolare riferimento al taglio del bosco ceduo, ai diradamenti in piantagioni artificiali di conifere a rapido accrescimento, all'impiego di energie alternative, in particolare di biomasse lignocellulosiche, per uso energetico. Si occupa di ottimizzazione di cantieri operativi sperimentali e dimostrativi. Svolge anche attività di divulgazione per operatori e tecnici forestali. E' stato coordinatore del progetto sportello "Costituzione di una filiera energetica di autoconsumo" COFEA, finanziato dal MIPAAF. E' autore e coautore di oltre 170 pubblicazioni scientifiche e divulgative.

Partecipanti:

Giuseppe Pignatti - UO CREA-PLF. Ricercatore, Ph.D. Consegue la laurea in scienze forestali nel 1990 all'Università della Tuscia di Viterbo, nel 1996 il titolo di dottore di ricerca in arboricoltura da legno. Svolge l'attività di ricerca come ricercatore a T.I. dal 1996. Si occupa di ecologia forestale in

relazione all'arboricoltura da legno e di analisi del paesaggio agricolo e forestale, ha collaborato all'Inventario Forestale nazionale. Coordinatore di un progetto CREA sulle formazioni forestali nel territorio rurale (FORFAR). Autore di circa 80 pubblicazioni.

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

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

Pubblicazioni

- 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
- 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, Sirna A, Sperandio G, Spina R, Verani S, 2012. Mechanized harvesting of eucalypt coppice for biomass production using high mechanization level. *Croatian journal of forestry engineering*, 1, 15-24.
- Verani S, Picchio R, Sperandio G, 2009 Una microfiliera legno-energia di autoconsumo in Italia Centrale. *Atti del III Convegno nazionale di selvicoltura* pp: 921-927. Taormina 16-19 ottobre 2009.

2.4.3 Obiettivi della task

- Caratterizzazione dendrometrica e stima del potenziale di biomassa ritraibile da piantagioni forestali di conifere (diradamenti) e di eucalitto (collegamento con la Task 5.1).
- Analisi dei cantieri forestali con studio dei tempi di lavoro e delle produttività in relazione ai due sistemi di lavoro adottati (legno corto e albero intero);
- Valutazione della convenienza economica dell'utilizzo dei residui dell'utilizzazione del ceduo e di diradamenti in popolamenti di conifere con il sistema di lavoro dell'albero intero (in collegamento con la Task 5.1).
- Valutazione dell'impatto ecologico del prelievo dei residui (sistema dell'albero intero) rispetto al loro rilascio sul terreno (sistema del legno corto).
- Modellizzazione del cantiere ove viene applicato il sistema dell'albero intero.

2.4.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

Linea 1: *Coltivazioni*. L'attività consisterà nell'effettuazione di rilievi atti alla determinazione della reale massa ricavabile, per unità di superficie, da cedui di eucalitto di età diversa e da piantagioni di conifere da sottoporre a diradamento presenti nell'azienda del CREA-PLF di Roma Casalotti. L'attività di campo consisterà nel rilievo, in aree di saggio scelte in maniera casuale, dei principali parametri dendrometrici (diametro a 1,30 m, altezza totale di un campione di piante atto alla determinazione della curva ipsometrica etc.) ed alcuni parametri ecologici (luce, umidità, temperatura) caratterizzanti il popolamento. Per una massima precisione nella determinazione delle aree di saggio ed altezze sarà utilizzato il telemetro "VERTEX" di ultima generazione. In due aree rappresentative del ceduo di eucalitto sarà effettuata una spollonatura sulle ceppaie al fine di verificare la produzione di biomassa in relazione ad un numero di polloni predeterminato, e all'età di taglio. Sul ceduo di eucalitto (Medium Rotation Coppice) sarà effettuato un taglio a raso, mentre sui popolamenti di conifere sarà effettuato un diradamento cauto, tendenzialmente basso (silvosistemico). L'intensità del prelievo sarà determinata in funzione delle condizioni fitosanitarie del popolamento e comunque non sarà inferiore al 20% in numero di piante.

Linea 2: *Utilizzazione forestale*. Verranno monitorati i cantieri forestali sperimentali nel ceduo di eucalipto e nei popolamenti di conifere, attivati all'interno della superficie boscata del CREA-PLF previa richiesta di autorizzazione al taglio all'ente gestore. Durante le operazioni boschive che riguarderanno i sistemi di lavoro del legno corto e dell'albero intero, saranno registrati i tempi operativi di ogni fase e saranno determinate, mediante pesatura/cubatura, le quantità ricavate, sia per l'assortimento principale (legna da ardere per l'eucalipto, legname da opera per le conifere) sia per l'assortimento secondario (cippato). I tempi di lavoro saranno rilevati con cronotabella a 4 cronometri (tre parziali ed un totalizzatore) con ripartizione centesimale. Il confronto dei sistemi di lavoro sarà valutato mediante l'analisi dei risultati dell'elaborazione dei tempi di lavoro registrati; quella economica ed energetica mediante la redazione di due specifici bilanci.

Linea 3: *Analisi della sostenibilità economica*.

L'analisi della sostenibilità economica verrà effettuata in relazione all'organizzazione dei cantieri forestali, al sistema di lavoro adottato e al tipo di assortimento finale ottenuto. A tale scopo verranno monitorate le attività in bosco e rilevati tutti gli elementi tecnico-economici che concorrono alla determinazione del costo di produzione unitario della biomassa ottenibile. L'attività verrà svolta in collegamento con la Task 5.1.

Linea 4: *Analisi dell'impatto ecologico*. La linea di studio prevede la definizione di un piano sperimentale per effettuare il confronto tra i due sistemi di lavoro: legno corto e albero intero. I cimiali e la ramaglia derivanti dall'applicazione del sistema del legno corto saranno rilasciati all'interno di un'area, nelle interfile del popolamento. Su tale area e sulle altre (dove non è rilasciata la ramaglia) saranno effettuati i rilievi per verificare l'impatto ecologico e saranno poste a confronto con le aree testimone. L'analisi dell'impatto ecologico, sarà effettuata negli anni successivi al taglio, all'interno di transect. Saranno determinate alcune variabili ecologiche d'interesse più rilevante per la gestione forestale, quali, ad esempio, eventuali disturbi sugli orizzonti superficiali del suolo (secondo la metodologia del LIRO-Nuova Zelanda, Mc Mahon 1995), l'effetto sulla flora del sottobosco (analisi di diversità attraverso indici quantitativi e di alcuni parametri ecologici di base come temperatura, luce, umidità), eventuali fenomeni di ruscellamento (analisi qualitative). L'attività prevede anche l'impiego di mezzi di esbosco a basso impatto ambientale (ad esempio canalette).

Linea 5: *Modellizzazione del cantiere*

I tempi di lavoro e i flussi di materiale prodotto saranno analizzati con tecniche di analisi multivariata al fine di determinare una modellizzazione del cantiere in funzione delle variabili presenti per i due sistemi di lavoro adottati. Sarà inoltre valutata l'opportunità di costruire tavole di cubatura dei cedui di eucalipto gestiti come MRC, anche integrando i dati raccolti con indagine bibliografica. Sono previste visite a cedui utilizzati in maniera tradizionale (sistema del legno corto), al fine di valutare l'entità del rilascio dei residui delle utilizzazioni nelle diverse condizioni stazionali (infrastrutturali) e di specie forestali.

2.4.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.2.4.1: Output dell'attività sulla linea 1: Caratterizzazione dendrometria di popolamenti di eucalipto e conifere e disegno sperimentale.

D.2.4.2 Output dell'attività sulla linea 2: Report sui due bilanci dell'utilizzazione.

D.2.4.3 Output dell'attività sulla linea 3: Pubblicazioni scientifiche

D.2.4.4 Output dell'attività sulla linea 4: Pubblicazioni scientifiche

D.2.4.5 Output dell'attività sulla linea 5: Pubblicazioni scientifiche

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

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	- rilievi nelle formazioni forestali	D.2.4.1
	2	- rilievi nelle formazioni forestali	D.2.4.1
	3	- rilievi nelle formazioni forestali - impostazione dei cantieri sperimentali	D.2.4.1
	4	- realizzazione cantiere forestale e rilievo tempi di lavoro	D.2.4.1
	5	- gestione e monitoraggio dei cantieri forestali	D.2.4.1
	6	- analisi dei diversi sistemi di lavoro e della relativa tecnologia impiegata - confronto con cantieri forestali tradizionali	D.2.4.2
	7	- elaborazione dati cantiere forestale	D.2.4.2
	8	- valutazione dell'impatto ecologico	D.2.4.4
	9	- valutazione tecnica ed economica dei processi di filiera delle produzioni di biomasse; - valutazione dell'impatto ecologico	D.2.4.3
	10	- confronto con cantieri forestali tradizionali	D.2.4.3
	11	- valutazione dell'impatto ecologico	D.2.4.4
	12	- valutazione tecnica ed economica della produzione di biomasse - confronto con cantieri forestali tradizionali	D.2.4.3
	13	- modellizzazione dei cantieri	D.2.4.5
	14	- modellizzazione ed ottimizzazione dei cantieri	D.2.4.5
	15	- Attività finale di disseminazione dei risultati	D.2.4.3, D.2.4.4, D.2.4.5

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

Applicazione di sistemi e mezzi di lavoro atti a garantire in termini tecnico-economici ed energetici il recupero di residui delle utilizzazioni forestali, da impiegare per scopi energetici, di piantagioni di eucalipto e di conifere.

Sistemi di valutazione ex-ante delle utilizzazioni per la pianificazione forestale.

Valorizzazione commerciale del legname di conifere derivante da rimboschimenti e da ceduo di eucalipto.

Il principale ostacolo all'azione è rappresentato dalla riforma in atto del CREA che potrebbe portare alla dismissione del CREA-PLF di Roma Casalotti. Nel caso si verificasse tale eventualità l'attività sarà effettuata in aree limitrofe e su soprassuoli confrontabili ed ugualmente rappresentativi per le finalità dell'azione.

Un altro ostacolo potrebbe derivare dall'impossibilità di ottenere l'autorizzazione al taglio da parte dell'ente gestore. Anche in questo caso, l'attività verrà svolta in aree limitrofe secondo le modalità esposte sopra.

2.4.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

I risultati saranno divulgati con pubblicazioni scientifiche su riviste di settore e possibilmente durante più giornate di carattere divulgativo (workshop, giornate di studio ecc.), organizzate in concomitanza con il lavoro di utilizzazioni forestali.

2.4.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 2.4.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 2.4.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 2.5: Recupero di residui lignocellulosici da gestione del verde urbano

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

Le fonti di biomassa legnosa in ambito urbano costituiscono un particolare ambito di approvvigionamento di sicuro interesse economico e ambientale. La gestione del verde arboreo urbano, infatti, mette a disposizione notevoli quantità di materiale lignocellulosico, che possono rappresentare un'ottima occasione per aumentare il contributo alla disponibilità totale di biomasse di facile utilizzazione. Si tratta di fonti poste in vicinanza di vari potenziali impieghi (filiera corta) ed inoltre, concorrenziali per il prezzo in quanto l'attuale destinazione in discarica di questi materiali li carica del costo di smaltimento per la loro eliminazione, con un aggravio a carico dei proprietari, rappresentati, normalmente, dalle amministrazioni pubbliche. Dato i costi di trasporto del materiale (a seconda delle distanze) possono superare il 30% dei costi totali, l'utilizzazione energetica della biomassa di origine urbana si avvantaggia della vicinanza della fonte, con benefici in termini economici e ambientali.

È noto inoltre che l'utilizzazione di biomasse di scarto lascia maggiori spazi di convenienza economica rispetto alle piantagioni dedicate che, stante il permanere del basso valore di mercato del prodotto ottenuto e l'intensità delle cure colturali necessarie, non possono sempre garantire una convenienza in termini economici ed energetici.

Le fonti disponibili di biomassa legnosa in città sono essenzialmente di due tipi: quelle relative alla gestione del verde pubblico e privato e quelle derivanti da attività civili ed industriali. Nel primo gruppo vengono considerati:

- i residui di specifici lavori di potatura degli alberi di parchi, giardini e alberature stradali;
- gli alberi abbattuti;
- la frazione legnosa contenuta nei rifiuti derivanti dalla pulizia e dalla manutenzione ordinaria del verde (ad esempio, potatura delle siepi e degli arbusti, per i quali, nella maggior parte dei casi, non si apprestano cantieri di lavoro specifici; in questa situazione il residuo si trova quindi frammisto ad altre frazioni non utilizzabili).

Le altre fonti di legno, quali il legno industriale (residui di lavorazione, segatura ecc...) il legno da demolizione e il legno usato, seppure quantitativamente interessanti, non presentano le desiderate caratteristiche qualitative e di selezione del materiale legnoso.

I residui di potatura degli alberi e gli abbattimenti rappresentano quindi la provenienza più interessante in quanto si tratta di legno vergine, raccolto da cantieri dedicati allo scopo.

Per quanto riguarda la meccanizzazione delle operazioni di potatura e abbattimento, esistono numerosi contributi di analisi tecnica ed economica, ma va notato che, in ambiente urbano, la problematica assume caratteri peculiari. La città non può essere certo considerata alla stregua di un bosco, ossia un ambiente in cui si lavora senza particolari intralci (ad esempio infrastrutture viarie, linee aeree, ecc.) o creando problemi agli utenti dei servizi più vari (per esempio, l'occupazione di suolo pubblico, l'impiego di macchine rumorose, l'adozione di orari programmati rigidamente, ecc.).

Per questi motivi, risulta molto interessante la caratterizzazione dei cantieri di lavoro in quanto le situazioni ambientali e organizzative del lavoro in città sono particolarmente complesse. Sono infatti numerosi i fattori che devono essere considerati nell'apprestamento di un cantiere, quali la localizzazione degli impianti (alberate stradali, parchi, ecc.), la varietà delle specie, l'inferenza con altre attività e manufatti, la gestione del traffico automobilistico, le emissioni di inquinanti e il rumore.

L'utilizzo a fini energetici dei residui legnosi da verde urbano è stato oggetto di una controversa normativa, che ha dato origine a contraddittori provvedimenti legislativi. In particolare, fino ad una

recente nota di chiarimento del Ministero dell' Ambiente (maggio 2015), emanata in risposta ad una specifica richiesta da parte della "Fiper", l'interpretazione normativa annoverava i residui provenienti da parchi e alberature urbani tra i prodotti da considerarsi rifiuti (e non sottoprodotti), pertanto non ricadenti tra quelli da includersi nell'art. 2, lettera f, della Direttiva 2008/98/CE (Direttiva rifiuti). In questo modo, l'Italia risultava disallineata con gli altri stati membri al riguardo della Direttiva citata. Attualmente sembra invece chiaro che anche le biomasse legnose originate da parchi, giardini e alberature stradali vadano considerate alla stessa stregua dell' analogo materiale proveniente dall'attività agricola, anche a fronte di alcuni dati che ne evidenzierebbero la loro non pericolosità nel processo di combustione (vedi lettere di AIEL e FIPER e la "Relazione annuale 2013" del Comitato per lo sviluppo del verde pubblico del Ministero dell' Ambiente). Si ritiene quindi utile ai fini dell'apporto di informazioni sulle reali potenzialità e sulla qualità della biomassa approfondire gli aspetti dell' utilizzazione di tali materiali su scala territoriale e caratterizzare quali quantitativamente il contenuto di metalli pesanti nei prodotti di valorizzazione della biomassa.

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

Task leader:

Marcello Biocca - UO CREA-ING, Ricercatore. Nato a Roma, il 26 aprile 1963, nel 1988 consegue la Laurea in Scienze Agrarie presso l'Università degli Studi della Tuscia con la votazione di 110/110 e Lode. Nel 1992 consegue l'abilitazione all'esercizio della professione di Dottore Agronomo.

Dal 1987 ad oggi lavora nel CREA:

- nel periodo 1987-1996, in qualità di Cter, presso l'attuale CREA-PAV, dove si occupa di ricerca e sperimentazione sulle patologie delle piante arboree, forestali e per l'arboricoltura da legno;
- nel periodo 1996-1998, in qualità di Ricercatore, presso l'attuale CREA-VIV, dove si occupa, in particolare, di aspetti agronomici di nuove colture per la produzione di fronde e fiori recisi;
- nel periodo dal 1998 ad oggi, lavora presso il CREA-ING di Monterotondo, Roma (<http://ing.entecra.it>), dove si occupa di problematiche agroambientali legate alla riduzione degli input agrochimici, di verde urbano, di meccanizzazione in agricoltura biologica e di salute e sicurezza sui luoghi di lavoro. In questo periodo ha coordinato 24 progetti di ricerca e di collaborazione scientifica. Ha curato la segreteria scientifica di conferenze e seminari. Ha fatto parte di commissioni di collaudo e di commissioni di esame per l'abilitazione di tecnici regionali specializzati.

Nel 2010, nell'ambito delle attività di formazione del CREA, ha trascorso un periodo di due mesi presso l'UPC di Barcellona (Spagna).

Ha curato il tutoraggio per il Dottorato di Ricerca presso l'Università della Tuscia del Dr. P. Gallo (Ingegneria dei Sistemi Agrari e Forestali – XXVI ciclo).

Partecipa in qualità di esperto a tavoli tecnici nazionali e europei di normazione.

È membro dell'Editorial board della rivista "INMATEH - Agriculture Engineering".

Dal 2011 è Responsabile Prove nell'ambito dell'attività CPMA del CREA-ING secondo criteri ACCREDIA.

È Componente del Collegio Docenti del corso di Dottorato di Ricerca in "Meccanica Agraria" – XXVI ciclo, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo.

Ha svolto attività di referaggio per le riviste "Crop Protection" (Elsevier), "PLOS ONE", "The Open Agricultural Journal" (Bentham Science Publishers Ltd.), Journal of Agricultural Science and Technology. È autore di 167 articoli e pubblicazioni scientifici e di due brevetti.

Partecipanti:

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

Rita Aromolo - UO CREA-RPS, I Tecnologo. Si è laureata in Scienze Biologiche presso l'Università La Sapienza di Roma e si è specializzata presso la stessa Università in Patologia Generale. Dal 1988 lavora come tecnologo III° livello presso il Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, prima nel CREA FLC fino al 2005 poi presso il CREA RPS. Nel 2003 è diventata, mediante concorso, tecnologo II° livello. Svolge attività di ricerca nell'ambito dello studio e dell'analisi dei metalli pesanti nel suolo e nei vegetali, degli indicatori chimici della fertilità del suolo nella valutazione dell'impatto ambientale, dell'influenza delle pratiche colturali sulla qualità dei prodotti e sulle caratteristiche chimico-fisiche dei suoli, dell'inquinamento atmosferico e della qualità ambientale. Dal 2010 responsabile del laboratorio di Analisi strumentale, è stata responsabile di diverse schede di ricerca e di unità operative, l'ultima delle quali nell'ambito del progetto Mipaaf "Valorbio". Nel 2003 è correlatrice di una tesi del corso di laurea in Scienze Forestali dell'Università della Tuscia di Viterbo. Dal 1996 è responsabile di varie convenzioni nell'ambito del Monitoraggio ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Ha collaborato a diversi progetti di ricerca quali progetti finalizzati per l'ottimizzazione della concimazione attraverso l'utilizzo di biomasse di varia natura su colture a destinazione industriali, per la valorizzazione agricola di biomasse di rifiuto, e per gli effetti della dinamica degli elementi indesiderati sul suolo. Dal 2014 coordina un gruppo di lavoro nell'ambito delle indagini sulla Terra dei Fuochi. È autore di oltre 130 pubblicazioni scientifiche e di due brevetti.

Pubblicazioni

- Sperandio G., Fedrizzi M., Pagano M., Guerrieri M., Verani S. (2014). Abbattimento di palme infestate da punteruolo rosso. Indicazione operative relative a tre diversi sistemi di lavoro. *Sherwood N.* 204: 35-38.
- Spinelli R., Magagnotti N., Nati C., Cantini C., Sani G., Picchi G., Biocca M. (2011) Integrating olive grove maintenance and energy biomass recovery with a single-pass pruning and harvesting machine. *Biomass and Bioenergy*, 35(2) 808-813. doi:10.1016/j.biombioe.2010.11.015.
- Spinelli R., Magagnotti N., Cantini C., Sani G., Nati C., Biocca M. (2008) Cantieri riuniti per recuperare i residui negli oliveti intensivi. *Terra e Vita*, 49 (suppl. al n. 21), 40-44.
- Biocca M. (2008) Gestione del rischio di caduta di alberi in ambiente urbano - Elementi per il controllo della sicurezza degli alberi. *Tecnico & Pratico* (Supplemento a *Sherwood*) 42, 8-10.
- Biocca M. (2007) Macchine ed attrezzature per il verde urbano. *ISMA – CREA*, Roma, pagg. 79.
- Pari L., Biocca M. (2004) Wood residuals from urban tree maintenance as potential source of renewable energy in the city of Rome. *Atti del "Second World Biomass Conference"* Roma, 10-14 maggio 2004, pag. 202-203
- Biocca M. (2002) Residui dal verde urbano della città di Roma. In "Valorizzazione energetica delle biomasse agricole laziali" *Atti del convegno "Energia dall'agricoltura: opportunità per gli operatori agricoli ed industriali laziali"* 25/11/2002, Roma, pag. 27-30
- Biocca M., Pari L., Cutini M. (2002) Wood residuals from urban tree maintenance as potential source of renewable energy in the city of Rome. *Poster AgEng.* 30 giugno – 4 luglio, 2002, Budapest. 86-87.
- Verani S., Biocca M. (2002) Aspetti operativi dell'abbattimento di alberature di platano affette da cancro colorato. *Mondo macchina*, 11, 3, 44-47.
- Diana G., Aromolo R., Beni C., Rea E. (2007) Evaluating short-term effects of sewage sludge on heavy metals distribution and plant ecotoxicology. *Agricoltura Mediterranea*, vol. 137, n.3-4
- Paris, P.; Massacci, A.; Aromolo, R.; Ecosse, A.; Bianconi, D.; Scarascia Mugnozza, G. (2009) Linking wood bioenergy production with soils and wastewater phytoremediation with poplar

and willow trees in Italy. Book of Abstracts of First International Conference on Advances in Wastewater Treatment and Reuse, 10/12 November 2009 Teheran, Persia p.186

2.5.3 Obiettivi della task

La Task si propone quattro principali obiettivi:

- il primo consiste nell'individuazione degli elementi necessari alla stima del materiale legnoso potenzialmente proveniente da cantieri di gestione degli alberi in ambiente urbano;
- il secondo consiste in un'approfondita caratterizzazione e conoscenza dei cantieri di utilizzo attualmente utilizzati in ambito urbano, evidenziandone gli eventuali limiti tecnici ed organizzativi;
- il terzo obiettivo è quello di fornire degli strumenti, basati essenzialmente sull'ottimizzazione dell'organizzazione dei cantieri di lavoro (oppure attraverso l'implementazione di macchine innovative), che siano in grado di valorizzare al meglio l'utilizzazione dei residui legnosi, al fine di individuare un modello di cantiere maggiormente sostenibile dal punto di vista economico e dei consumi energetici;
- il quarto obiettivo si prefigge di valutare, in collegamento con la Task 5.1, la possibilità di valorizzazione di questo tipo di biomassa nella produzione di pellet e la caratterizzazione del contenuto in metalli pesanti dei prodotti di valorizzazione.

2.5.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

L'attività sarà articolata in due principali linee:

1. studio di cantieri rappresentativi;
2. caratterizzazione quali-quantitativa del materiale legnoso.

Per quanto riguarda la linea 1, l'attività è così ulteriormente articolata:

- 1.1 approfondimento della letteratura tecnico-scientifica e del panorama normativo – contatti con ditte del settore – contatti con amministratori locali – individuazione dell'ambito territoriale – individuazione di cantieri posti nel territorio, relativi ad almeno due tipologie di interventi secondo diversi livelli di meccanizzazione;
- 1.2 descrizione analitica dei singoli cantieri – rilevazione dei tempi di lavoro delle singole operazioni (abbattimento, potatura e spalatura, depezzatura, cippatura, carico e trasporto) e delle prestazioni operative delle macchine, tramite tabelle cronometriche e riprese video – studio ed elaborazione dei dati acquisiti – analisi economica ed energetica;
- 1.3 stesura e diffusione dei risultati ottenuti sotto forma di report, pubblicazioni e manualistica.

L'articolazione temporale delle attività prevede due fasi.

Fase 1. Nelle prime tre stagioni di lavoro, verrà replicato lo studio di caratterizzazione dei cantieri individuati (punto 1.2.) anche al fine di ottenere una quantità di dati in numero adeguato dal punto di vista statistico. Si prevede l'individuazione di due cantieri per stagione, per un totale di sei cantieri in totale. I diversi cantieri saranno rappresentativi di diversi livelli di intensità di meccanizzazione e di tipologia di intervento (ad esempio, potatura di alberi in filare o di esemplari isolati, abbattimento, interventi in viali stradali o in parchi e giardini, specie arboree diverse).

Questa fase si concluderà con lo studio e l'analisi dei risultati ottenuti nel triennio (che costituiscono il deliverable D.2.5.1) pervenendo alla formulazione di modelli alternativi ed ottimizzati dei cantieri di lavoro. Si prevede che le modifiche da introdurre riguarderanno l'organizzazione del lavoro e l'utilizzo delle macchine, con particolare riferimento al corretto dimensionamento delle macchine utilizzate e alla logistica delle operazioni. Non si esclude che si possa proporre la prova di macchine innovative in collaborazione con altre task del progetto.

Fase 2. Saranno valutati i risultati determinati dall'introduzione delle modifiche proposte, esaminando gli impatti organizzativi e i benefici economici, ambientali ed energetici delle misure proposte. Questa attività sarà svolta nelle ultime due stagioni del progetto. La rilevazione dei dati si

svolgerà analogamente a quanto svolto nelle stagioni precedenti, al fine di garantire la confrontabilità dei risultati. Al termine si perverrà all'ottenimento dei deliverables D.2.5.2 e D.2.5.3, consistenti nell'ottimizzazione dei cantieri e l'analisi economica ed energetica finalizzata ad individuare i sistemi e le tecniche più rispondenti alla valorizzazione del residuo legnoso da recuperare.

Per quanto riguarda la linea 2, l'attività è così ulteriormente articolata:

- 2.1. raccolta di campioni di materiale legnoso;
- 2.2. stima quantitativa della biomassa prodotta dal cantiere oggetto di studio;
- 2.3. determinazione di peso, volume, umidità, e contenuto energetico della biomassa;
- 2.4. valorizzazione del residuo (pellet) con legno proveniente da diverse specie arboree (collegamento con la Task 5.2);
- 2.5. caratterizzazione quali-quantitativa della biomassa in relazione al contenuto di metalli pesanti e inquinanti
- 2.6. stesura e diffusione dei risultati ottenuti sotto forma di report, pubblicazioni e manualistica

Questa linea di attività sarà ripetuta per i cantieri oggetto di studio durante la linea 1. In particolare sarà assicurata una certa variabilità di specie arboree esaminate (almeno quattro) al fine di poter disporre di materiale diverso in fase di valorizzazione del prodotto (punto 2.4). Le attuali dotazioni del CREA-ING consentono lo studio senza bisogno di acquisto di attrezzature.

Questa linea di attività consentirà la stima delle potenziali disponibilità di biomassa da gestione del verde urbano negli ambienti oggetto di studio (deliverable D.2.5.4.) e il prodotto di valorizzazione del residuo (deliverable D.2.5.5).

2.5.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.2.5.1: Output dell'attività sulla linea 1 (fase 1): report analisi e modellizzazione, presumibilmente dopo l'attività di ciascun anno.

D.2.5.2: Output dell'attività sulla linea 1 (fase 2): report analisi e modellizzazione, al termine del progetto.

D.2.5.3: Output dell'attività sulla linea 1 (fase 2): definizione di un modello di cantiere ottimizzato per la raccolta e utilizzazione del residuo legnoso urbano.

D.2.5.4: Output dell'attività sulla linea 2: stima delle potenziali disponibilità di biomassa da gestione del verde urbano negli ambienti oggetto di studio.

D.2.5.5.1: Output dell'attività sulla linea 2: prodotto di valorizzazione del residuo (pellet).

D.2.5.5.2: Output dell'attività sulla linea 2: caratterizzazione quali-quantitativa di metalli pesanti

D.2.5.6. Output di tutta la task: pubblicazioni a carattere scientifico su riviste nazionali e/o internazionali e manualistica divulgativa.

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

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	1.1. approfondimento letteratura tecnico-scientifica e panorama normativo – contatti con ditte e con amministratori locali.	
	2	1.1. individuazione e descrizione dell'ambito territoriale - individuazione di cantieri.	
	3	1.2. descrizione analitica dei singoli cantieri - rilevazione tempi di lavoro e prestazioni operative delle macchine - studio ed elaborazione dei dati– analisi economica ed energetica;	D.2.5.1

	2.1. raccolta di campioni; 2.3. determinazioni analitiche.	
4	1.2. descrizione analitica dei singoli cantieri - rilevazione tempi di lavoro e prestazioni operative delle macchine; 2.1. raccolta di campioni; 2.3. determinazioni analitiche.	
5	1.2. studio ed elaborazione dei dati– analisi economica ed energetica.	
6	2.2. stima quantitativa della biomassa prodotta; 1.3. stesura e diffusione dei risultati.	D.2.5.1 D.2.5.5 D.2.5.6
7	1.2. descrizione analitica dei singoli cantieri- rilevazione tempi di lavoro e prestazioni operative delle macchine; 2.1. raccolta di campioni.	
8	1.2. studio ed elaborazione dei dati– analisi economica ed energetica; 2.3. determinazioni analitiche.	
9	2.4. valorizzazione del residuo (pellet)	D.2.5.1
10	1.2. descrizione analitica dei singoli cantieri- rilevazione tempi di lavoro e prestazioni operative delle macchine; 2.1. raccolta di campioni; 2.3. determinazioni analitiche.	
11	1.2. studio ed elaborazione dei dati– analisi economica ed energetica.	
12	2.4. valorizzazione del residuo (pellet).	D.2.5.1
13	1.2. descrizione analitica dei singoli cantieri- rilevazione tempi di lavoro e prestazioni operative macchine - studio ed elaborazione dei dati– analisi economica ed energetica; 2.1. raccolta di campioni; 2.3. determinazioni analitiche.	
14	2.4. valorizzazione del residuo (pellet) e caratterizzazione del contenuto in metalli pesanti	
15	1.3. / 2.5. stesura e diffusione dei risultati.	D.2.5.1 D.2.5.2 D.2.5.3 D.2.5.4 D.2.5.5.1 D.2.5.5.2 D.2.5.6

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

In generale, si ritiene che il progetto possa fornire elementi utili alla eventuale modifica o ridefinizione del quadro normativo, che consenta il definitivo inquadramento della biomassa lignocellulosica di origine urbana come sottoprodotto e non rifiuto. Questo risultato porterebbe benefici ai proprietari del patrimonio arboreo e agli utilizzatori del prodotto, fornendo una filiera

alternativa alla discarica e al compostaggio. Si individuano inoltre, vantaggi dal punto di vista ambientale ed economico.

Altro risultato riguarda il contributo di conoscenza derivante dalla stima della biomassa retraibile nel contesto di studio. Attraverso questo dato sono possibili le definizioni dei possibili scenari di sfruttamento della risorsa, per l'ambito territoriale oggetto dello studio, in termini tecnici, economici e di logistica

Si ritiene inoltre utile il fatto di poter individuare modelli di cantiere sostenibili in funzione di parametri individuati durante lo studio, ad esempio ottimizzando il dimensionamento delle macchine. Ciò consente un utilizzo più sostenibile delle macchine, con risparmi in termini economici e maggiore sostenibilità ambientale. Infatti le analisi che verranno svolte, terranno in opportuna considerazione i costi energetici delle operazioni connesse all'utilizzo della biomassa. Si ritiene di poter pervenire a definire un costo unitario economico ed energetico per unità di prodotto della biomassa raccolta.

Infine attraverso la valorizzazione del prodotto tramite pellettizzazione, si individueranno filiere produttive alternative.

Per quanto riguarda gli ostacoli prevedibili, si ritiene che l'articolazione temporale del progetto possa essere adeguata alla messa in atto di opportune azioni correttive. In una prima fase, si potrebbe avere difficoltà nell'individuazione dei cantieri da sottoporre ad indagine, ma l'opportunità offerta dal panorama territoriale ed economico della città di Roma, dovrebbe poter offrire convenienti possibilità alternative nell'individuazione dei cantieri stessi. La collaborazione con altre Tasks del progetto si considera di fondamentale importanza per il superamento di talune difficoltà in questo senso.

2.5.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

La divulgazione e lo sfruttamento dei risultati si articola durante il progetto. Diversi sono i livelli di sfruttamento prevedibili, che variano in funzione dei soggetti interessati allo studio.

Per quanto riguarda la divulgazione verso la comunità scientifica, i risultati saranno resi noti agli altri partecipanti al progetto, al termine di ciascun anno di attività, attraverso i report di attività e attraverso la partecipazione agli incontri previsti. Ciò al fine di meglio individuare azioni correttive, correggere e implementare metodiche di studio e di ricerca, disseminare all'interno della comunità scientifica i risultati ottenuti. A partire dal terzo anno di attività, i risultati saranno anche oggetto di pubblicazioni scientifiche su riviste nazionali. Al termine del progetto, lo studio sarà oggetto di una pubblicazione scientifica da proporre ad una rivista internazionale.

Per quanto riguarda la divulgazione presso gli stakeholder, al termine del progetto, verrà redatto un manuale operativo ad uso degli operatori del settore, diffuso in formato digitale sulle pagine del sito del CREA-ING e attraverso mailing-list.

Particolare attenzione sarà data alla divulgazione di quei risultati che risultino utili alla definizione di normative specifiche del settore. In questo senso si porterà all'attenzione dei decisori politici la sintesi dei risultati ottenuti. Sarà cura dei responsabili della Task rendersi disponibili anche alla partecipazione a tavoli tecnici e normativi che si potessero attivare durante lo svolgimento del progetto.

È inoltre prevista la partecipazione a convegni, workshop specialistici (anche in collegamento con altre tasks del progetto) dove verranno divulgati i risultati della ricerca. Si ritiene che questa attività si concretizzi negli ultimi due anni del progetto.

2.5.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 2.5.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 2.5.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 2.6: Potenzialità produttiva e servizi ambientali di colture da bioenergia su suoli marginali

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

Il piano AgroEnergie del MiPAAF del 2014 ha fissato come uno degli obiettivi la stima, a livello nazionale, di produttività di colture da bioenergia su suoli marginali. L'informazione raccolta in decenni di ricerche su colture da bioenergia è cospicua e si presta ad essere utilizzata in studi di simulazione che consentano di fare stime di applicazione sul territorio.

Questa proposta si collega all'obiettivo di sviluppare a livello nazionale una mappatura di potenzialità produttive di colture da "bio-energia" su suoli marginali.

Come prima azione sarà necessario definire e identificare di conseguenza le aree potenzialmente disponibili e il significato di marginalità dai suoli, tradizionalmente intesa in rapporto alla potenzialità produttiva. La potenzialità produttiva di suoli superficiali, poveri, aridi, con forti pendenze mal si presta alla pura produzione di biomassa.

Un suolo può però essere "marginale" rispetto alla produttività agricola per l'esistenza di vincoli in funzione di aspetti di vulnerabilità ambientale e/o specifici indirizzi ambientali per l'uso dei suoli.

In questi suoli le colture per bioenergie possono fornire servizi di valenza ambientale che si assommano al prodotto-obiettivo, che peraltro può non essere esclusivamente destinato alla produzione di energia come indicato oltre. I servizi possono derivare da colture ad input di acqua e fertilizzante contenuti o nullo, la fito-remediation, il contenimento di erosione, la fissazione di carbonio nel suolo, la possibilità di utilizzare acque non idonee per colture o foraggi. La eventuale attuazione e valenza di questi servizi può essere stimata, così come la potenzialità produttiva di specie alternative, attraverso strumenti di simulazione, anche esplorando la risposta rispetto a scenari climatici di breve termine. Il CREA ha sviluppato la piattaforma software per modellazione BioMA, usata anche dalla Comunità Europea per la stima di produzione agricola attraverso modelli bio-fisici, che ben si presta ad essere adattata allo scopo di questa task.

Peraltro, negli anni l'obiettivo d'uso di colture no-food/no-feed si è allargato dalla produzione di energia ad usi alternativi, attraverso processi di chimica-verde, da cui sono ricavati uno o più bio-prodotti. Nel momento in cui si allestisce una infrastruttura software per la simulazione delle colture che negli anni si sono dimostrate migliori per la produzione di bioenergia, possono essere anche simulate colture di specifico interesse per processi di bio-raffineria, contribuendo a fornire alternative colturali per le aree marginali. Pur avendo come obiettivo suoli marginali, lo studio può essere facilmente esteso agli arativi in genere, tenendo conto degli impianti esistenti che comunque determinano, attraverso una offerta economica d'interesse per gli agricoltori, una destinazione di aree potenzialmente destinabili all'area food/feed alla produzione di colture per bioenergie e destinate a processi di bio-raffineria, soprattutto in vicinanza fisica di impianti di trasformazione. L'obiettivo della task è quindi di sviluppare stime di potenziale produttivo di colture alternative per la produzione di bioenergia o per trasformazioni in bio-raffinerie a copertura nazionale, quantificandone l'impatto ambientale ad integrarne la valutazione. Il lavoro previsto mira a rendere disponibili i dataset di input sviluppati e i risultati delle analisi, geo-spazializzati, e gli strumenti di modellazione. Le stime di produttività e la quantificazione delle risorse utilizzate potranno essere utilizzate per una successiva analisi a livello economico.

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

Task leader:

Marcello Donatelli - UO CREA-CIN. Dirigente di Ricerca e Direttore del CREA-CIN, abilitazione Universitaria Prima Fascia AGR/02. L'area di ricerca è la modellazione di agro-sistemi e lo sviluppo di piattaforme e componenti software per lo sviluppo e uso di modelli. Le applicazioni sono relative ad agricoltura con particolare attenzione a sistemi colturali e agrotecnica in rapporto a cambiamenti climatici.

Partecipanti:

Edoardo Costantini - UO CREA-ABP, Direttore f.f. del CREA-ABP e coordinatore del Centro Nazionale di Cartografia Pedologica. È esperto in genesi, classificazione, cartografia e conservazione del suolo. I temi di ricerca attualmente affrontati sono quelli dell'impatto della gestione agricola e dei cambiamenti climatici sui servizi ecosistemici del suolo, della qualità del suolo per la viticoltura di precisione e la qualità del vino, della Geomatica: geodatabase, statistiche spaziali e uso di sensori prossimali nell'indagine pedologica.

Simone Priori - UO CREA-APB, ricercatore, esperto in rilevamento e cartografia pedologica, cartografia digitale, conservazione del suolo, agricoltura biologica e conservativa e idrologia del suolo. E' responsabile del laboratorio di Geomatica del CREA-ABP per l'uso dei sensori prossimali.

Gianni Fila - UO CREA-CIN, ricercatore, svolge la propria attività scientifica nel settore dell'analisi dei sistemi agro-ambientali con approcci modellistici, interessandosi in particolar modo di metodologie computazionali per lo studio quantitativo delle relazioni suolo-vegetazione-atmosfera.

Marcello Mastrorilli - UO CREA-SCA. Dirigente di Ricerca e Direttore del incaricato CREA-SCA. L'area di ricerca è la sostenibilità degli agro-sistemi. Le applicazioni riguardano i sistemi colturali e le agrotecniche in ambienti semi-aridi, con particolare attenzione alla modellazione della produttività delle filiere agro-energetiche in aree marginali.

Pasquale Campi - UO CREA-SCA. Ricercatore, svolge attività di ricerca sulla gestione agronomica sostenibile delle colture in ambiente mediterraneo, in particolare sull'uso razionale delle risorse idriche attraverso misure e modellazione di bilancio idrico, utilizzo in agricoltura di acque di bassa qualità per le colture da biomassa, effetti del cambiamento climatico sul consumo idrico delle colture.

Piermaria Corona - UO CREA-SEL, Direttore del CREA-SEL, e Professore ordinario presso l'Università della Tuscia. Impegnato su temi di ricerca inerenti la gestione e il monitoraggio delle risorse forestali e la geomatica applicata alla valutazione delle risorse ambientali.

Ugo Chiavetta - UO CREA-SEL, Ricercatore, è responsabile del Laboratorio di geomatica forestale presso il CREA-SEL. Si occupa di GIS e telerilevamento forestale con particolare riferimento alla spazializzazione di dati forestali ed ambientali attraverso integrazione di dati inventariali e immagini telerilevate.

Collaborazioni esterne:

- Salvatore Luciano Cosentino, Professore ordinario presso l'Università di Catania e direttore del Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A). L'area di ricerca prevalente è incentrata sullo studio dei sistemi colturali tipici per l'ambiente semi-arido mediterraneo con particolare riferimento alle specie da biomassa per energia.

- Andrea Monti, Professore associato di Agronomia Generale e Coltivazioni Erbacee dell'Università di Bologna. Esperienza in colture da bioenergia, life cycle analysis, indicatori agro-ambientali.

Pubblicazioni:

- Campi P, Navarro A, Palumbo AD, Solimando M, Lonigro A, Mastrorilli M, 2014. Productivity of energy sorghum irrigated with reclaimed wastewaters. *Ital. J. Agron.*, 9(3), 115-119.
- Corona P, Salvati R, Barbati A, Chirici G, 2008. Land suitability for short rotation coppices assessed through fuzzy membership functions. In: Laforteza R, Chen J, Sanesi G, Crow TR (Eds), *Pattern and processes in forest landscapes*. Springer Science, New York, pp. 191-211.
- Donatelli M, Cerrani I, Fanchini D, Fumagalli D, Rizzoli A, 2012. Enhancing Model Reuse via Component-Centered Modeling Frameworks: the Vision and Example Realizations. In: *International Environmental Modelling and Software Society (iEMSs), 2012. International Congress on Environmental Modelling and Software, Managing Resources of a Limited Planet, Sixth Biennial Meeting, Leipzig, Germany*, R. Seppelt, A.A. Voinov, S. Lange, D. Bankamp (Eds.).
- Manici LM, Bregaglio S, Fumagalli D, Donatelli M, 2014. Modelling soil borne fungal pathogens of arable crops under climate change, *International Journal of Biometereology*, 58, 2071-2083.
- Marchi M., Chiavetta U, Castaldi C, Contu F, Di Silvestro D, Ducci F, 2013. Definition of regions of provenance and seed zones for forest basic and multiplication materials of Abruzzo region. *Forest@*, 10, 103-112.
- Navarro A, Facciotto G, Campi P, Mastrorilli M, 2014. Physiological adaptations of five poplar genotypes grown under SRC in the semi-arid Mediterranean environment. *Trees*, 28, 983-994.

2.6.3 Obiettivi della task

Questo studio ha come obiettivi lo sviluppo di infrastrutture e analisi:

- Sviluppare e rendere disponibile al pubblico un sistema di dati e modelli per la simulazione di sistemi agricoli (con particolare riferimento alla colture da bioenergia) a copertura del territorio nazionale;
- Simulare le produzioni di varie specie di colture da bioenergia o che possano avere uso in processi di bioraffineria a copertura nazionale, stimando potenzialità produttive, variabilità inter-annuale anche in scenari di cambiamento climatico;
- Valutare potenziale impatto ambientale dei sistemi produttivi analizzati attraverso la Life Cycle Impact Analysis (LCIA).

2.6.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

Le attività di questa task verranno articolate nelle seguenti quattro linee di ricerca.

Linea 1: Dataset (UU.OO: CREA-ABP, CREA-CIN, CREA-SEL)

Si provvederà alla realizzazione di database riguardanti spazializzazioni delle proprietà dei suoli relative agli strati informativi da utilizzare nelle indagini successive, dati meteorologici storici e relativi a scenari climatici, parametri bio-fisici per le diverse specie da utilizzare nelle simulazioni, che saranno affinati con la calibrazione che precederà le simulazioni, e infine sulla *land suitability* per la coltura di specie lignocellulosiche.

Per quanto riguarda i suoli, verranno realizzate delle cartografie in formato digitale di modelli pedologici rappresentativi dei suoli e di alcune delle loro qualità relativamente all'intero territorio italiano, in cui le variazioni per singolo parametro chimico-fisico e idrologico all'interno delle unità areali del mosaico siano, compatibilmente con l'informazione esistente, omogenee sull'intero territorio nazionale.

I dati meteorologici comprenderanno i dati di scenari climatici, per gli orizzonti temporali 2020 e 2030, già messi a punto per l'uso con modelli di simulazione dal JRC Commissione Europea, e avranno una risoluzione di 25 x 25 km.

I dati sulla *land suitability* verranno resi disponibili in forma di cartografia digitale a copertura nazionale e a risoluzione di 250 m, elaborata sulla base di un approccio multicriteriale che tiene conto sia dei requisiti pedo-climatici delle specie target, che gli altri fattori di vincolo che possono condizionare la fattibilità degli impianti (pendenza, accessibilità, aree protette)

Linea 2: Strumenti software e di modellazione (CREA-CIN)

Questa attività prevede innanzitutto lo sviluppo di una versione della piattaforma software di simulazione, che includa l'implementazione di DB su server e di soluzioni di modellazione per le colture d'interesse. Le interfacce utente saranno BioMA-Site per calibrazione e sviluppo e BioMA-Spatial, per le simulazione spazialmente esplicita. Sarà sviluppato un accesso remoto ai dati a cui potranno accedere installazioni della piattaforma software per utilizzare gli input; una volta messe a punto le configurazioni di simulazione, è previsto l'uso dei motori di simulazione direttamente sul server per garantire la copertura del territorio nazionale. I modelli includeranno la simulazione di acqua e carbonio-azoto nel suolo, e per la parte colturale saranno disponibili simulatori generici come l'implementazione BioMA di CropSyst o specifici come ArunGrow. Per alcuni sistemi colturali, di cui non esistono modelli preesistenti utilizzabili, verranno sviluppate soluzioni ad hoc, sulla base delle conoscenze reperibili in letteratura.

Linea 3: Simulazione di sistemi colturali per colture da bio-energia (CREA-SCA, UNICT, CREA-CIN).

Prima azione di questa linea di attività sarà quella di costruire configurazioni di simulazione per le colture d'interesse attraverso l'interfaccia del modello BioMA-Site, successivamente da calibrare. Questa azione sarà svolta in ambienti di riferimento per i quali esistono dispositivi sperimentali già realizzati e i relativi data-set. L'insieme dei dati comprende osservazioni sperimentali su colture dedicate per la filiera di bioetanolo (sorgo da biomassa e barbabietola da zucchero), di biodiesel (cardo e brassica carinata) e lignocellulosica (panico, arundo e *Short Rotation Coppice* di robinia, eucalipto, pioppo e olmo). Il data-set sarà costituito sia da dati di accrescimento e fenologia delle colture che da dati relativi al management (lavorazioni, data di semina, quantitativi di fertilizzanti, irrigazione, contenuto idrico del suolo).

Per alcune specie, soprattutto nell'ambito delle produzioni legnose fuori foresta, si metteranno a punto dei nuovi prototipi di modelli, per le specie dove sono disponibili sufficienti dati sperimentali su cui calibrarli. L'azione successiva sarà quella di assegnare configurazioni di simulazione a combinazioni spazialmente definite suolo-clima con copertura degli arativi a livello nazionale. La simulazione spazializzata delle diverse specie sarà basata sulla struttura a reticolo per i dati meteorologici, considerando per ogni cella i profili di suolo più rilevanti.

Per l'esecuzione delle simulazioni ci si servirà dell'applicazione BioMa-Spatial, già configurata con i dati di calibrazione per ciascuna specie energetica.

Le simulazioni saranno effettuate con produzione limitata dalla disponibilità idrica derivante da precipitazioni, anche se il sistema potrà consentire di esplorare ipotesi di irrigazione di soccorso in annate eccezionalmente avverse.

L'analisi verrà condotta a copertura del territorio nazionale, con scenari climatici attuali e con proiezioni climatiche a breve termine, 2020-2030, per poter definire le distribuzioni di probabilità associate a livelli medi di produttività. Le simulazioni consentiranno infine stime di perdite di acqua per ruscellamento e stime di erosione, quest'ultime di particolare interesse per siti di produzione in suoli declivi.

La simulazione includerà le colture da bioenergia note e mirerà ad individuare alternative di interesse per applicazioni di bio-raffineria. Gli output delle esternalità dei sistemi simulati e della

tipologia e uso delle risorse costituiranno l'input per d'impatto per la quantificazione degli eventuali servizi ambientali.

Linea 4: Indicatori si servizi ambientali e di impatto (UNIBO, CREA-CIN)

Sarà prodotta una LCA spazializzata sviluppando anche un criterio di allocazione territoriale sostenibile delle colture dedicate sulla base della vulnerabilità intrinseca dei suoli (es. erosione, inquinamento delle falde ecc.) e degli impatti generati dalle diverse colture, al fine di raggiungere gli obiettivi minimizzando l'impatto ambientale complessivo. Lo studio si avvarrà dell'approccio metodologico impostato dall'Università di Bologna basato sulla combinazione fra impatto ambientale generato dal sistema produttivo agrario e la resilienza del territorio, intesa come capacità dello stesso a tollerare gli impatti generati dallo specifico processo produttivo.

L'impatto ambientale della filiera produttiva verrà calcolato in accordo con la procedura standard LCA-Life Cycle Assessment (analisi del ciclo di vita), come definita dalle norme volontarie ISO14040 e ISO14044, ovvero includendo tutte le implicazioni ambientali di un prodotto o servizio nell'intero ciclo di vita o nei confini di un sistema predefinito. Il calcolo degli impatti (SimaPro 7.0, Amersfoort, NL) sarà basato su database Ecoinvent 1.1 (Swiss Centre for Life Cycle Inventory, Zurich) o LCA Food DK integrati con dati di letteratura o dati non pubblicati in possesso dell'Unità Operativa, mentre per quanto riguarda gli effetti dell'agromanagement ci si affiderà alle simulazioni col sistema BioMA, a cura di CREA-CIN

Lo studio avverrà in maniera iterativa articolandosi in 4 fasi principali: a) valutazione degli impatti ambientali del sistema colturale in accordo con la procedura 'Life Cycle Assessment (LCA)', che potrà includere output da simulazioni di cui all'attività 2; b) valutazione analitica multicriteriale della resilienza territoriale ai suddetti impatti la cui risultante è una mappa di vulnerabilità del territorio tramite GIS; c) combinazione dei due punti precedenti per la realizzazione di una mappa di allocazione colturale che minimizzi gli impatti negativi sul territorio; d) analisi critica e rivisitazione dell'allocazione colturale tenendo conto di fattori aggiuntivi limitanti i processi produttivi quali sostenibilità economica, aspetti logistici.

2.6.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.2.6.1 Carta delle proprietà pedoclimatiche.

D.2.6.1.2: Carta della capacità d'uso dei suoli.

D.2.6.1.3: Carta dei fattori fisici-idrologici.

D.2.6.1.4: Carta della fertilità chimica (pH, CSC, CaCO₃, salinità).

D.2.6.2.1 Database di dati georeferenziati e API di accesso pubblico su server. Implementazione di una istanza di database tipo PostgreSQL, con data layer adatti all'uso con modelli di simulazione (clima/suolo/agrotecnica/parametri). Il DB sarà accessibile attraverso connessione Internet.

D.2.6.2.2: Versione aggiornata della piattaforma di simulazione BioMA.

D.2.6.2.3: Soluzioni di modellazione per le colture studiate nel progetto. Ai tradizionali simulatori generici come CropSyst e Wofost saranno aggiunti ArunGrow per la canna comune e almeno un prototipo di modello per coltura legnosa fuori foresta.

D.2.6.3: Simulazioni di potenzialità produttive e della variabilità associata a copertura nazionale, utilizzando serie temporali storiche (calibrazione) e serie sintetiche (variabilità all'attualità e scenari futuri) per valutare la risposta produttiva in termini di resa media, consumo risorse idriche e variabilità associate, percolazione e ruscellamento, stima dell'erosione.

D.2.6.4: LCIA dei sistemi produttivi individuati. Sarà una *Lyfe Cycle Impact Analysis* spazializzata sviluppando anche un criterio di allocazione territoriale sostenibile delle colture dedicate.

D.2.6.5.1: Modello di classificazione degli ambiti territoriali potenzialmente idonei a ospitare piantagioni forestali governate a ceduo con turni brevi per la produzione di biomassa lignocellulosica da destinare prevalentemente a impieghi energetici.

D.2.6.5.2: Database geografico degli ambiti territoriali potenzialmente idonei in Italia.

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

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1		
	2	Carte delle proprietà pedoclimatiche	D.2.6.1
	3	Database di dati meteo georeferenziati su server – Primo prototipo Versione aggiornata della piattaforma BioMA. Carta della capacità d’uso dei suoli	D.2.6.2.1 D.2.6.2.2 D.2.6.1.2
	4		
	5	Soluzioni di modellazione per le colture – Primo prototipo Carta dei fattori fisici	D.2.6.2.3 D.2.6.1.3
	6	Carta della fertilità chimica	D.2.6.1.4
	7		
	8	Simulazioni colture da agro-energia – Primo prototipo	D.2.6.2.3
	9	LCA- Primo prototipo Modello di classificazione della land-suitability	D.2.6.4 D.2.6.5.1
	10	Predisposizione del database geografico della land-suitability per specie lignocellulosiche	D.2.6.5.2
	11		
	12	Aggiornamento soluzioni di modellazione	D.2.6.2.3
	13		
	14		
	15	Versione finale sistema di simulazione, database online, e analisi su colture	D.2.6.2.1 D.2.6.2.3 D.2.6.3

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

L’ampia base di dati spazialmente geo-referenziati che verrà prodotta in questa task, nell’ambito della Linea 1, contribuirà all’obiettivo di realizzare una migliore e più dettagliata programmazione agricola e forestale nazionale. In particolare il task realizzerà nuove conoscenze e strumenti cartografici in formato digitale di modelli pedologici rappresentativi dei suoli e delle loro qualità relative all’intero territorio italiano. Il formato delle cartografie digitali sarà compatibile con la direttiva INSPIRE e la banca dati del Sistema Informativo Agricolo Nazionale (SIAN).

Le cartografie realizzate, oltre ad essere funzionali a questo progetto, consentiranno di incrementare la conoscenza geo-agronomica e climatica del territorio italiano, integrando gli aspetti morfologici, meteorologici, agronomici e, più in generale, di destinazione d'uso del territorio, con le proprietà più rilevanti dei suoli italiani. I tematismi pedologici potranno essere utilizzati per varie applicazioni scientifiche e tecniche, in particolare, per la valutazione delle potenzialità e limitazioni dei suoli agricoli e forestali.

Per quanto invece riguarda l'attività condotta nell'ambito della Linea 2, gli strumenti software che verranno messi a punto renderanno possibile un'analisi della produttività dei sistemi colturali agro-energetici su scala nazionale, con un livello di dettaglio mai raggiunto prima e soprattutto con una metodologia omogenea, trasparente, replicabile anche da terzi, applicata anche a sistemi colturali, come le *short rotation forestry*, non ancora molto esplorati nel nostro paese se in casi studio specifici.

In aggiunta agli obiettivi specifici di questa analisi mirata alle colture agro-energia, il sistema che sarà sviluppato sarà una base consistente per la simulazione di altre produzioni agricole, sempre anche in rapporto a cambiamenti climatici e sostenibilità ambientale, che potrà essere utilizzata anche come input per analisi di tipo economico. Infatti, sebbene non sia tra gli obiettivi del progetto, la realizzazione di un sistema di simulazione comune accessibile da diverse unità operative, operante su un sistema centralizzato di dati aggiornato e aggiornabile, costituisce di fatto il nucleo di un sistema di monitoraggio/simulazione, che potrà essere utilizzato in azioni future. Per quanto attiene alle fasi di lavoro dove prevalgono le operazioni tecniche, come l'allestimento del server-dati centralizzato, non si prevedono ostacoli di rilievo, neppure per l'adattamento di modelli preesistenti alla piattaforma BioMA, in quanto le direttive di software design e i protocolli di sviluppo sono definiti e comunque parte della specifica esperienza di lavoro di questa U.O., che li ha svolti anche a livello Europeo in progetti su colture alimentari. Potrebbe verificarsi qualche ritardo nello sviluppo delle soluzioni di modellazione, in particolare per quelle basate su modelli-prototipo, che richiedono una fase di calibrazione e collaudo più accurata. Sono possibili inoltre ritardi nella caratterizzazione dei profili del suolo in rapporto a necessità di simulazione, ove sia necessario provvedere a nuovi campionamenti e analisi di suolo per integrare i dati già a disposizione. Sarà comunque possibile in una prima fase l'utilizzo di primi prototipi profili sintetici di suolo, che consentiranno lo sviluppo del sistema di simulazione.

Per quanto infine concerne le attività sviluppate nelle Linee 3 e 4, che condurranno le simulazioni utilizzando i dati e gli strumenti sviluppati nelle altre linee, il risultato principale è la generazione di una massa rilevante di informazioni che contribuiranno all'aggiornamento delle linee guida e delle buone pratiche per la coltivazione di colture energetiche in aree marginali, in particolare nelle aree mediterranee semiaride. L'ottimizzazione degli itinerari tecnici per le colture energetiche (dal confronto tra simulazioni di strategie agronomiche diverse) contribuirà a ridurre i costi di produzione delle aziende agrarie delle aree marginali che si orientano alla produzione di biomasse per la bio-energia. Sono attesi inoltre benefici sul versante della sostenibilità, ove l'analisi dei risultati delle simulazioni indicherà le strade per minimizzare gli impatti ambientali a seguito della adozione di sistemi colturali energetici.

Sulla base della esperienza maturata nel settore non si prevedono ostacoli di entità tale da richiedere azioni correttive dell'intera impostazione del progetto. L'unica eccezione è rappresentata dalla non esaustiva disponibilità di dati sperimentali in funzione delle configurazioni delle simulazioni per le colture poliennali. In tal caso si intensificheranno le raccolte dati dai dispositivi sperimentali preesistenti e si migliorerà questo gap nel data-set.

2.6.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

I portatori d'interesse-obiettivo di questa azione sono individuati principalmente a livello pubblico, in particolare MiPAAF e Regioni. Le Regioni potranno richiedere approfondimenti locali a scala diversa che consenta una migliore risoluzione spaziale in rapporto a specifiche problematiche o

interessi locali, per fornire alle associazioni degli agricoltori o ad uffici tecnici di supporto sul territorio elementi di valutazione sull'implementazione di queste colture.

I risultati scientifici saranno comunque divulgati attraverso pubblicazioni su riviste nazionali e internazionali, e attraverso la partecipazione a convegni e seminari.

Gli applicativi sviluppati saranno resi disponibili sui portali web istituzionali, corredati da idonea documentazione e saranno svolti corsi per l'uso degli strumenti.

2.6.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 2.6.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 2.6.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

WP3: Sviluppo della filiera del biogas (WP leader: CREA-PCM BUTTAZZONI L.)

3.1 Descrizione WP

Una delle principali filiere agro-energetiche italiane è quella del biogas. L'utilizzo di scarti agricoli per la produzione di biogas offre significativi vantaggi ambientali in termini di produzione di calore e di energia, e di potenziale riduzione di gas a effetto serra. In tale contesto particolare attenzione deve essere posta nelle fasi operative attinenti l'alimentazione e l'efficienza dei biodigestori e la gestione e la distribuzione del digestato. Attualmente il 57,9% degli impianti a biogas utilizza la classica co-digestione fra effluenti zootecnici, sottoprodotti agroindustriali e colture dedicate, il 29% utilizza solo effluenti ed il 13,1% colture energetiche e/o sottoprodotti agroindustriali. La filiera energetica del biogas è in continua evoluzione per adattarsi alle nuove normative/incentivi ed alle esigenze di mercato. Risulta pertanto essenziale recuperare le biomasse di scarto agricole attualmente non utilizzate e sviluppare soluzioni tecniche finalizzate alla risoluzione di problematiche legate alla valutazione dei potenziali metanigeni, all'alimentazione dei biodigestori, alla valorizzazione e smaltimento del digestato e all'analisi di sistemi per l'incremento delle rese in biogas. Il WP3 affronta quindi il problema sia del recupero delle biomasse residuali per la produzione e la valorizzazione di colture dedicate, sia degli aspetti meccanici ed impiantistici per la valorizzazione del digestato per la filiera del biogas.

L'industria del biogas ha avuto notevole espansione in Europa dove la produzione di energia è aumentata del 31% tra il 2010 ed il 2011. La Germania produce quasi il 61% del biogas europeo, sperimentando una rapida crescita (tasso medio annuo superiore al 18% nel periodo 2001-2010). Elettricità e calore, attraverso la cogenerazione o in altro modo, sono le principali forme di recupero di biogas nella UE.

Gli impianti di biogas in Europa sono suddivisi in categorie in base al tipo di substrato digerito, la tecnologia applicata o la dimensione. Quelli che utilizzano letame in codigestione con altri scarti agricoli sono classificati come "agricoli".

In Italia le informazioni più recenti indicano che sono attualmente operativi, o in via di completamento, 994 impianti di biogas funzionanti con materiale organico di origine agro-zootecnica (dati censimento CRPA 2013). Circa il 58% opera in codigestione di effluenti zootecnici con colture energetiche (mais, sorgo, triticale, altro) e residui dell'agroindustria. Quasi tutti gli impianti sono localizzati nelle regioni del nord dell'Italia ed utilizzano tecnologia tedesca (Continuous Stirred Tank Reactor, CSTR) producendo sia energia termica che elettrica (cogenerazione). Pochi impianti producono solo calore, che viene utilizzato in azienda. Gli impianti esistenti operano generalmente in condizioni di mesofilia (35-40 °C) con tempi di ritenzione mediamente di 30-40 gg.

Il biogas prodotto può essere utilizzato sia grezzo che raffinato nei seguenti processi:

- produzione di calore e/o vapore (il più basso valore di utilizzo della catena);
- produzione di energia elettrica con produzione combinata di calore ed elettricità (CHP);
- trasporto (tecnologia in via di sviluppo);
- immissione nelle condotte del gas naturale (tecnologia disponibile ma non pienamente regolamentata);
- celle a combustibile a stato solido (tecnologia in via di sviluppo).

Il tipo di impianto di biogas più diffuso in Europa è quello a digestione anaerobica (DA) assicurata da vari batteri che trasformano biomasse in biogas. Il biogas è una miscela di metano (CH₄ 50-70%), anidride carbonica (CO₂ 30-50%), azoto (N 1-5%) e solfuro di idrogeno (H₂S 0,1-0,5). Il processo di DA può essere suddiviso in quattro stadi fermentativi all'interno del reattore: idrolisi, acidogenesi, acetogenesi e metanogenesi.

Nei processi di idrolisi/acidificazione i polimeri organici sono suddivisi in molecole più semplici (CO_2 e H_2) e producono diverse quantità di acidi grassi volatili (AGV) e alcoli, che sono metabolizzati nella successiva fase di acetogenesi/metanogenesi. La digestione è diversa in base alla capacità dei microrganismi di degradare materie prime complesse.

Separando il processo della Digestione Anaerobica (DA) in due stadi distinti (2 digestori) e calibrando diversamente per ciascun digestore alcuni parametri operativi, quali il tempo di ritenzione idraulico ed il pH, è possibile ottimizzare i processi metabolici produttori di acidi grassi volatili e idrogeno in un primo reattore, e produrre metano in un secondo reattore, il tutto con l'aumento delle rese in biogas e della stabilità di processo (Liu et al. 2006, Ueno et al. 2007).

In questo senso esistono ampi margini di miglioramento dell'efficienza della digestione anaerobica attraverso l'intervento sulla selezione dei ceppi microbici, sulle condizioni di esercizio dell'impianto, sull'impiego di inoculi e sulla separazione e separata ottimizzazione delle fasi di fermentazione.

La digestione anaerobica dei reflui zootecnici lascia come residuo il cosiddetto digestato, cioè il substrato di fermentazione oramai esaurito dal punto di vista della produzione di biogas ma ricco in sostanze fertilizzanti per le piante.

La conoscenza della composizione e delle condizioni di utilizzo del digestato prodotto dai diversi substrati di fermentazione agricoli ed agroindustriali, sia come fertilizzante che come ammendante dei terreni è una condizione essenziale per lo sviluppo del settore. Dopo un percorso non agevole e non sempre lineare, è oggi generalmente accettato l'utilizzo a fini agronomici del digestato proveniente da effluenti zootecnici più o meno arricchiti da biomasse vegetali. È oggi necessario proseguire gli studi sulle caratteristiche e le modalità di impiego di nuovi substrati di fermentazione (frazione organica dei residui solidi urbani, scarti dell'industria agroalimentare, ecc..) anche tenendo presente le implicazioni etiche di una competizione tra colture per uso alimentare e coltivazioni a scopo energetico. In questo senso il presente Work Package comprende anche substrati non direttamente collegati agli allevamenti ma utili a sostenere, anche ai fini normativi, la differenziazione dei materiali di fermentazione.

Il digestato prodotto dalla digestione anaerobica, non va inteso come rifiuto ma rappresenta una preziosa risorsa la cui valorizzazione è importante ai fini della redditività della filiera agricola. Parte degli attuali problemi ambientali legati alla destinazione impropria dei rifiuti organici, deriva dalla mancata chiusura del ciclo naturale degli elementi con il conseguente impoverimento del suolo in elementi nutritivi e sostanza organica. Va ricordato inoltre che i canoni della gestione sostenibile delle risorse devono necessariamente prevedere il riciclo dei materiali di scarto. L'utilizzazione agronomica dei biodigestati è di particolare interesse per il ritorno al suolo di biomasse e scarti che dal suolo hanno avuto origine primaria e chiudere così il ciclo degli elementi nutritivi.

La stabilizzazione dei reflui zootecnici, inoltre, è particolarmente interessante anche dal punto di vista della tutela delle acque nei confronti della lisciviazione dei nitrati e della conseguente eutrofizzazione. A seguito del recepimento della Direttiva Nitrati, infatti, le quantità di azoto applicabili al suolo sono significativamente ridotte, con il conseguente aggravio dei costi per il trattamento dei reflui a carico dell'impresa zootecnica.

Il biodigestato è un materiale dalle ottime potenzialità fertilizzanti, in grado di fornire un significativo apporto di elementi minerali e potrebbe rappresentare un potenziale ammendante utile al mantenimento della fertilità, anche per l'azione che svolge la sostanza organica nel migliorare le proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo.

La separazione solido/liquido, cui è generalmente sottoposto il liquame digerito (biodigesto), genera una frazione chiarificata che contiene un'alta percentuale di azoto minerale in forma ammoniacale ed una frazione solida con un'elevata percentuale di sostanza organica parzialmente stabilizzata. La frazione chiarificata potrebbe essere usata per fertilizzare le colture, in luogo dei concimi di sintesi, avendo un alto coefficiente di utilizzo. La frazione solida, contenente sostanza organica già parzialmente stabilizzata, potrebbe essere ulteriormente stabilizzata in modo da ottenere un ammendante a composizione certa e costante in cui l'azoto è legato alla componente organica e

quindi a lento rilascio. È possibile ottenere una buona costanza della composizione dei materiali in uscita intervenendo sull'effluente in entrata al trattamento e regolando i parametri di processo. Di particolare interesse economico potrebbe essere l'individuazione e la produzione di innovativi formulati fertilizzanti le cui componenti derivino dai biodigestati.

Valenza Economica

L'innovazione, rispetto allo stato dell'arte, consentirà di perseguire i seguenti obiettivi: utilizzare esclusivamente residui invece che colture energetiche per la produzione di biogas, venendo incontro alle direttive della Commissione Europea e della legislazione Italiana.

In effetti, la Commissione Europea ha adottato strategie per condurre l'economia europea verso un più grande e più sostenibile uso di risorse rinnovabili. La strategia della Commissione, come testimonia il suo *Action Plan "Innovating for Sustainable Growth: a Bioeconomy for Europe"*, sottolinea la necessità di una economia più innovativa ed a "bassa emissione", che sappia unire la domanda per un'agricoltura sostenibile e per l'uso di risorse biologiche rinnovabile per scopi industriali, assicurando al contempo protezione della biodiversità e dell'ambiente in generale.

L'Europa, infatti, necessita di una transizione da un'economia basata sull'uso di risorse fossili ad una basata sulle rinnovabili e, in maniera ancora più urgente, degli scarti. La raccomandazione della Commissione è quindi di trasformare gli scarti in risorsa per creare un'economia del "pieno riciclo" in accordo con la milestone che si aspetta per il 2020 "*waste is managed as a resource*".

In linea con queste direttive, in Italia, l'ultimo decreto sulle rinnovabili (DM 6 luglio 2012) assegna in particolare maggiori incentivi per l'energia prodotta da biogas derivante da scarti e non da colture energetiche, che possono essere ammesse solo per un massimo del 30%, pena l'esclusione dall'incentivo stesso.

La Tabella 1-A del DM citato in particolare elenca, tra le sostanze che hanno diritto ad un maggior incentivo i "sottoprodotti di origine animale derivanti dalla fabbricazione di prodotti destinati al consumo umano, compresi ciccioli, fanghi da centrifuga o da separatore risultanti dalla lavorazione del latte", tra i quali è possibile annoverare la scotta, che fa parte dei prodotti di nostro interesse.

L'aumento di incentivo al 2013, per impianti da 600 kW ad 1 MW è di 178 €/kWh rispetto a 140 €/kWh che vengono erogati per gli altri prodotti di origine biologica e addirittura per piccoli impianti (< 300 kW) l'incentivo è di 236 rispetto ai 180 €/kWh. La maggiore entità di incentivazione per impianti piccoli è naturalmente dovuta al maggior costo specifico dell'impianto (per unità di potenza prodotta) richiesto per piccoli impianti rispetto a quelli di taglia maggiore. Questo WP si ripromette di massimizzare l'utilità economica degli impianti sperimentando sistemi che:

- riducano i tempi di ritenzione dei substrati con conseguente riduzione dell'investimento iniziale, solitamente molto elevato;
- aumentino, a parità di volume di reattore, la produzione di metano di circa il 25 %;
- producano una discreta quantità di idrogeno, che potrebbe anche essere unita con quella di metano (bio-idrometano) per produrre un biogas ancor più ricco;
- contribuiscano ad avviare la cosiddetta "economia dell'idrogeno".

In particolare un'azione si focalizzerà sulla cinetica del processo di DA di rifiuti organici agrozootecnici al fine di aumentare l'efficienza della produzione di biogas. Un'altra invece sarà incentrata sulla progettazione e realizzazione di un prototipo per la produzione di inoculi microbici misti utilizzabili in qualsivoglia impianto di biogas di tipo CSTR che lavori in mesofilia. Inoltre, nell'ambito del progetto MiPAAF SOS-ZOOT, scheda MAREA, cui hanno partecipato CREA ING e CREA PCM è stato progettato, realizzato, quindi installato presso l'azienda del CREA PCM, un impianto pilota di digestione anaerobica a doppio stadio nel quale avviene una produzione separata di idrogeno e metano a partire da liquami e scarti caseari. La task in questione si pone l'obiettivo di rivedere il prototipo e superare le criticità emerse migliorandone sostanzialmente le performances intese come ampliamento della gamma di substrati (biomasse) impiegabili, e di aumentarne la

flessibilità ampliando della possibilità di variare i parametri di processo. Verrà poi valutata la risposta delle comunità microbiche dei suoli all'apporto di masse residue (digestati) da impianti per la produzione di biogas con particolare riferimento alle colture da energia, allo scopo di: valutare l'impatto dei digestati sulle componenti biologiche della fertilità dei suoli; individuare materiali organici e pratiche che possano massimizzare le componenti biologiche funzionali dei suoli (incremento di crescita delle colture, repressività verso i patogeni radicali) in modi da aumentare il valore economico dei digestati finali degli impianti che lavorano secondo le procedure di autocontrollo basate sui principi del sistema HACCP in conformità alle disposizioni comunitarie. Altro obiettivo specifico, consisterà nella valutazione, in prove di laboratorio ed in vaso, dell'efficacia agronomica di biodigestati ottenuti da diverse materie prime di origine zootecnica addizionate o meno con altre biomasse organiche cercando di individuare biodigestati potenzialmente utilizzabili per la formulazione di preparati commerciali per uso agronomico. Ultima azione riguarderà la caratterizzazione chimica e fisica dell'ingestato e del digestato con costituzione di un data base ed utilizzo dei dati per il feed-back all'impianto utilizzando il pastazzo di agrumi come matrice alternativa per la produzione di biogas.

WP leader:

Luca Buttazzoni - UO CREA-PCM, (vedi Paragrafo 1.8, pag. 19).

3.2 Articolazione WP

WP3: Sviluppo della filiera del biogas (WP leader: CREA-PCM BUTTAZZONI L.)

Task 3.1: Recupero di sottoprodotti agroindustriali per processi di valorizzazione energetica (Task Leader Antonella Chiariotti – CREA-PCM)

Task 3.2: Produzione d'inoculi per digestori anaerobici (Task Leader Rosa Marchetti – CREA-SUI)

Task 3.3: Nuovo prototipo di digestore a due stadi (Task Leader Serafino Concetti – CREA-PCM)

Task 3.4: Impatto dei biodigestati sulle comunità microbiche dei suoli agrari (Task Leader Luisa Maria Manici – CREA-CIN)

Task 3.5: Valutazione dell'efficacia agronomica dei digestati anaerobici e loro valorizzazione per l'uso agricolo (Task Leader Anna Benedetti – CREA-RPS)

Task 3.6: Utilizzo del pastazzo di agrumi e di altre biomasse residuali tipiche mediterranee come matrici alternative per la produzione di biogas (Task Leader Simona Fabroni – CREA-ACM).

Task 3.1: Recupero di sottoprodotti agroindustriali per processi di valorizzazione energetica

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

Il tipo di impianto di biogas più diffuso in Europa è quello a digestione anaerobica (DA), utilizzando vari batteri che trasformano biomasse in un biogas. Il biogas è una miscela di metano (CH_4 50-70%), anidride carbonica (CO_2 30-50%), azoto (N 1-5%) e solfuro di idrogeno (H_2S 0,1-0,5). Il processo di DA può essere suddiviso in quattro stadi fermentativi all'interno del reattore: idrolisi, acidogenesi, acetogenesi e metanogenesi (Fig.3.1.1.1). Nei processi di idrolisi/acidificazione i polimeri organici sono suddivisi in molecole più semplici (CO_2 e H_2) e producono diverse quantità di acidi grassi volatili (AGV) e alcoli, che sono metabolizzati nella successiva fase di acetogenesi/metanogenesi. La digestione è diversa in base alla capacità dei microrganismi di degradare materie prime complesse a semplici.

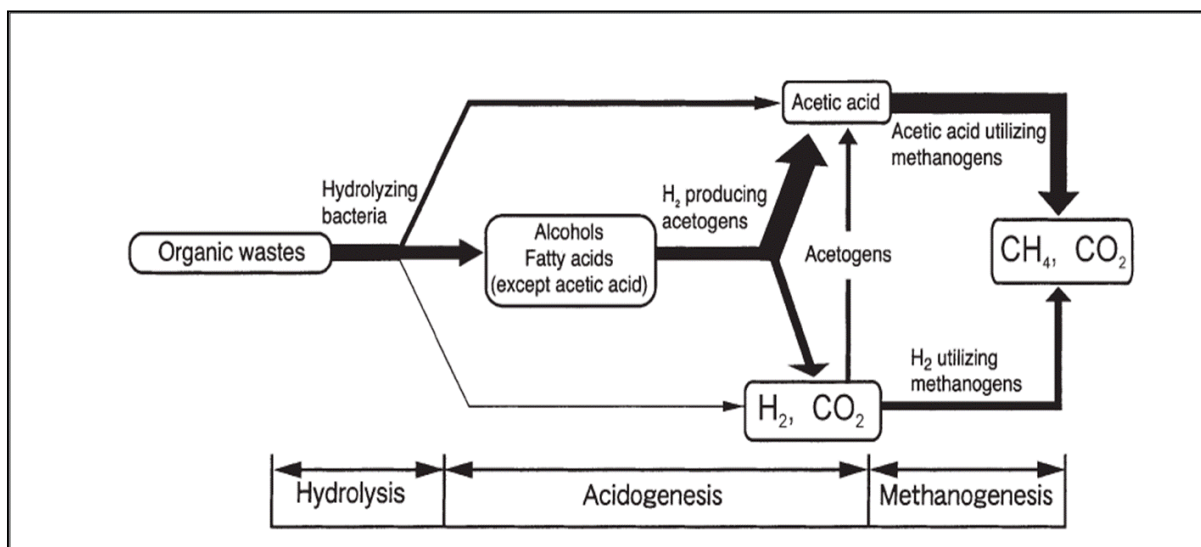


Figura 3.1.1.1: Concetto di Digestione Anaerobica.

Diversi fattori quali substrato (composizione e qualità), fattori ambientali (temperatura, pH, carico organico), dinamiche microbiche e design di bioreattore contribuiscono all'efficienza del processo di DA e devono essere ottimizzati per ottenere il massimo beneficio da questa tecnologia, sia in termini di produzione energetica che di stabilità biologica del digestato (residuo finale liquido del processo di DA).

La produzione di idrogeno dipende dall'attività idrogenasica di batteri sia strettamente anaerobi (clostridi, batteri del rumine, Methylotrops), sia anaerobi facoltativi (Escherichia coli, Enterobacter spp, Citrobacter spp) che aerobi (Alcaligenes, Bacilli). Tra questi batteri, diversi ceppi di Clostridium spp sono stati identificati e ben accettati come i microrganismi predominanti responsabili della produzione di idrogeno per via fermentativa utilizzando diversi substrati organici (Demuez et al, 2007; Fang e Zang, del 2002, Chen et al 2005, Chang et al., 2007).

Un discorso particolare va fatto per le popolazioni microbiche che si trovano all'interno dell'apparato gastrointestinale dei ruminanti (bovini, bufali, ovini) dove naturalmente avvengono una varietà di processi che trasformano composti insolubili (lignine ed emicellulose) in monomeri solubili producendo idrogeno, metano e biossido di carbonio. Entro un tempo relativamente breve (fino a 48 h), il consorzio microbico all'interno del rumine bovino sarebbe in grado di idrolizzare fino al 60-65% della cellulosa fornita con la dieta (Bayer et al., 2001). Il CREA-PCM ha una lunga esperienza nello studio di queste popolazioni e l'idea è quella di sfruttare la funzione naturale della

microflora ruminale, cioè fornire acidi organici a catena corta (principalmente acetico, propionico e butirrico) necessari al metabolismo animale (Hobson e Stewart, 1997), per la produzione di biogas. I sistemi di DA maggiormente diffusi in Europa sono mesofili, con concentrazione di solidi totali inferiore al 10-12% ed a due stadi (idrolisi e metanogenesi) (Weiland, 2010; Poschl et al., 2010). I vantaggi del sistema a doppia fase, rispetto alla produzione di biogas (metano) con tecnologie ormai consolidate, sono attesi nella riduzione complessiva dei tempi di ritenzione idraulica (30%) e, conseguentemente, dei volumi di stoccaggio necessari. Si ipotizza che questi sistemi possano essere ottenuti nella realtà operativa mediante adeguamento di quelli già diffusi sul territorio nazionale per la produzione di biogas a singolo stadio. L'idrogeno prodotto offre interessanti prospettive sul piano energetico, per uso diretto nei trasporti e per la sua potenziale conversione in energia elettrica mediante celle a combustibile.

Un ulteriore elemento di novità è rappresentato dall'uso per la produzione di idrogeno di effluenti d'allevamento (Zhu et al., 2008), finora utilizzati esclusivamente per la produzione di metano. Con questo procedimento è possibile ottenere CH₄ da codigestione di effluenti di allevamento con percentuali elevate di scarti agroindustriali, ricchi di molecole fermentescibili ad elevato contenuto energetico laddove, nella DA tradizionale, la codigestione è possibile solo se la percentuale di questi scarti è mantenuta bassa, pena l'aumento di concentrazione degli acidi grassi volatili, con blocco della metanogenesi. Ulteriore vantaggio di questo procedimento è il mantenimento di condizioni mesofile, cioè di temperature di 35-38 °C, ben diverse dai 50-60 °C occorrenti ai processi termofili, che hanno bisogno di consumi energetici non trascurabili per il mantenimento della temperatura. L'uso di consorzi microbici selezionati permette inoltre, di ottenere rese di biogas più elevate.

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

Know-how scientifico dell'unità di ricerca coinvolta

Il gruppo di ricerca del CREA-PCM coinvolto in questa proposta, ha pluriennale esperienza nella ecologia microbica, in particolare quella dell'ambiente ruminale, sia attraverso metodiche classiche che molecolari, per la caratterizzazione e la selezione dei consorzi microbici. Negli ultimi anni è stato coinvolto nella produzione di biogas da scarti zootecnici nell'ambito del: progetto finanziato dal MiPAAF "SOS-ZOOT Sviluppo di modelli zootecnici ecocompatibili ai fini della sostenibilità. Sottoprogetto MAREA "Idrogeno e metano da effluenti zootecnici"; del Cluster AGRIFOOD (MIUR) Progetto 4 Sostenibilità della catena alimentare (SO.FI.A) OR 4 – Recupero di sottoprodotti e biomolecole dell'industria lattiero-casearia (2013-2016) e del progetto regionale CO-RESEARCH "sviluppo di un sistema a doppio stadio per la produzione di idrogeno e metano da scarti agricoli" SVOLTA (idoneo ma non ancora finanziato).

Task leader:

Antonella Chiariotti - UO CREA-PCM, Ricercatrice, Laureata in Scienze. Agrarie. Esperienza professionale: microbiologia ruminale, ecologia microbica. Tecniche molecolari applicate alla microbiologia.

Partecipanti:

Alessandra Crisà – UO CREA-PCM, Ricercatrice, Laureata in Scienze Biologiche (con lode), Ph.D. in biochimica e chimica applicata, Master in Bioinformatica. Esperienza professionale: Biologia molecolare, genetica, genomica and trascrittomica applicata agli animali di interesse zootecnico.

Pubblicazioni

- Chiariotti A, Lembo G, Contò G, Cali M, Liberatore R, Signorini A, 2014. Biogas production: hydrolytic and methanogenic activity of rumen inocula. Poster presentato all'International Conference on Anaerobic Digestion (26-30 October) Vienna, Austria.
- Concetti S, Chiariotti A, Patriarca C, Marone A, Varrone C, Contò G, Cali M, Signorini A, 2013. Biohydrogen production from buffalo wastewater codigested with agroindustrial by-products in an anaerobic reactor. *Buffalo Bull. Jour.*, 32 (special issue).
- Crisà A, Marchitelli C, Pariset L, Contarini G, Signorelli F, Napolitano F, Catillo G, Valentini A, Moioli B, 2010. Exploring polymorphisms and effects of candidate genes on milk fat quality in dairy sheep. *J. Dairy Sci.*, 93(4), 3834-3845.
- Crisà A, De Matteis G, Scatà MC, Moioli B, 2013. Analysis of SLC11A1 gene expression in healthy water buffalo (*Bubalus bubalis*) blood cells by using qPCR. *Genetics and Molecular Research*, 12(4), 6957-6967.
- Huws SA, Chiariotti A, 2010. Effect of diets on bacterial population diversity in buffalo rumen as revealed by DGGE and T-RFLP analysis. *Proceedings of the RRI-INRA Gut Microbiology: new insights into gut microbial ecosystems 7th Biennial Meeting, 23rd -25th June, Aberdeen*, p 84.
- Murgiano L, Alessandro AD, Egidi MG, Crisà A, Prosperini G, Timperio AM, Valentini A, Zolla L, 2010. A proteomics and transcriptomics investigation on longissimus muscles in Large White and Casertana pig breeds. *J. Proteome Res.*, 9(12), 6450-6466.

3.1.3 Obiettivi della task

Il progetto sarà focalizzato sulla cinetica del processo di Digestione Anaerobica di rifiuti organici agrozootecnici al fine di aumentare l'efficienza della produzione di biogas. Gli obiettivi da perseguire sono di seguito specificati:

Linea 1: Identificazione delle condizioni ottimali di processo per la produzione di idrogeno e metano con substrati diversi singoli o in codigestione.

I punti critici del processo in due fasi sono la struttura microbica della comunità (punto 2), la sua interazione con i diversi substrati e l'ottimizzazione dei parametri chimico fisici di processo.

Linea 2: Caratterizzazione e selezione di consorzi microbici per la produzione di biogas nelle diverse condizioni di coltura

Obiettivo è la comprensione della struttura, della diversità e delle dinamiche delle comunità microbiche presenti nelle due fasi del processo, ossia, idrogenogenesi acidogena e metanogenesi. Le diverse fasi sono catalizzate da gruppi microbici eterogenei che cooperano strettamente per arrivare alla produzione finale di metano. In particolare i batteri acidogeni sono i responsabili dell'idrolisi dei polimeri presenti nel materiale organico, oltre che dell'iniziale acidificazione a carico dei monomeri generati dal processo idrolitico. Al fine di caratterizzare e monitorare le comunità microbiche coinvolte nei processi su menzionati di digestione anaerobica è possibile scegliere marcatori microbici molecolari, quali i geni ribosomiali batterici (16S rRNA), in grado di fornire indicazioni sulla presenza di determinate popolazioni di microrganismi

Linea 3: Individuazione di marcatori molecolari funzionali di processo (idrogenasi, metil coenzima-M reductasi)

Sebbene esista una letteratura copiosa attinente alla produzione di bioidrogeno per via fermentativa in pochi lavori sono stati analizzati gli aspetti di genetica molecolare. Al fine di monitorare le attività metaboliche relative al processo di digestione anaerobica sarebbe auspicabile scegliere ed utilizzare opportuni marcatori funzionali da associare all'andamento della produzione di idrogeno o metano. Questi marcatori sono geni funzionali codificanti per enzimi caratteristici di una specifica via metabolica, in grado di fornire informazioni sull'andamento dei processi fermentativi.

Considerando le produzioni target della presente task sarà studiata l'espressione genica delle idrogenasi e delle metil coenzima-M reductasi enzimi coinvolti nelle due fasi della digestione anaerobia solo nelle condizioni risultate ottimali al punto 3.1

Linea 4: Verifica delle caratteristiche del biogas ottenuti dai processi fermentativi ottimizzati
La determinazione della variazione della composizione del biogas prodotto nel tempo fornisce dati essenziali per una analisi dell'efficienza della reazione di fermentazione anaerobica. La misurazione della percentuale relativa degli analiti che compongono il biogas (metano, anidride carbonica, idrogeno ed altri gas presenti in tracce come ammoniaca e acido solfidrico) fornirà dati essenziali per la determinazione della "qualità" del biogas prodotto, ovvero del suo potere calorifico.

Linea 5: Verifica dei risultati di laboratorio a scala di impianto pilota
L'upgrading dei risultati di laboratorio a scala di impianto pilota è condizione indispensabile per verificare in condizioni operative reali la ripetibilità dei risultati e per poter trasferire le conoscenze ottenute su scala industriale.

3.1.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

In particolare, il progetto mira a verificare e migliorare le performances ottenibili in laboratorio mediante le seguenti attività:

Linea 1: Caratterizzazione chimico-fisica dei substrati e di alcuni parametri di processo
Oltre alle analisi sulle caratteristiche dei vari substrati impiegati (chimico-fisico standard) e su alcuni parametri fisico-chimici di processo (T°, pH, HRT, OLR ecc.) sarà determinata la produzione di acidi grassi volatili (AGV). La quantità misurata mediante HPLC consente di determinare sia la stabilità del processo che stimare il percorso metabolico intrapreso.

Linea 2: Studio delle combinazioni diverse di substrati (i.e. liquame, sottoprodotti caseari, lignocelulosici) per ottimizzare l'efficienza energetica dell'intero processo e massimizzare le produzioni di gas. L'attività sarà concentrata nello studio di 3 singoli processi (idrolisi, idrogenogenesi e metanogenesi). In particolare per la degradazione dei composti lignocelulosici è indispensabile l'acquisto del sistema ANKOM, che consentirà di ottenere risultati più affidabili e robusti della tecnica di Van Soest (1974) e maggiore versatilità d'uso. Nell'ultimo anno del progetto, saranno testate sul prototipo le migliori combinazioni di inoculo-substrato ottenute in laboratorio (collaborazione con la task 3.C)

Linea 3: Analisi della struttura e variazione delle popolazioni microbiche durante la fermentazione attraverso tecniche molecolari (DGGE-qPCR).
Una volta identificate le condizioni di coltura ottimali per la produzione di biogas, saranno prelevati campioni ai tempi opportuni e sarà valutata la metodica migliore per l'estrazione del DNA delle specie presenti nel mezzo (batteri, protozoi). Saranno successivamente analizzati i geni che codificano per l'rRNA ribosomale 16S (rRNA 16S) mediante la messa a punti di protocolli per l'analisi real time PCR (Polymerase Chain Reaction) e PCR-DGGE (Denaturant Gradient Gel Electrophoresis). La real time PCR permetterà di ottenere una quantificazione assoluta sia dei batteri/archea totali che delle principali specie batteriche ruminali e archea (ad esempio batteri idrogeno-produttori, batteri omoacetogeni, batteri solfato-riduttori, metanobacteriales, metanomicrobiales, metanosarcinales). La PCR-DGGE consentirà di analizzare la variabilità delle popolazioni nelle varie condizioni culturali presenti nel reattore mediante l'identificazione delle bande differenzialmente presenti (batteri, protozoi) con successivo clonaggio, sequenziamento ed assegnazione alle corrispondenti unità tassonomiche (OTUs). Inoltre per il trattamento sia dei campioni biologici che delle colture microbiologiche è necessario l'acquisto di un liofilizzatore.

Linea 4: Studio dell'espressione genica di enzimi attivi nelle varie fasi del processo fermentativo mediante qPCR (idrogenasi, metil coenzima-M reduttasi)

Una volta identificate le condizioni di coltura ottimali per la produzione di biogas, questa attività sarà sviluppata mediante analisi dei campioni a livello dell'RNA ossia dei trascritti codificanti enzimi attivi nelle due fasi della digestione anaerobica. I principali geni o marcatori funzionali che saranno studiati sono le idrogenasi e le coenzima-M reduttasi, enzimi chiave implicati nel rilascio di idrogeno e nella sintesi di metano rispettivamente. Sarà messo a punto il protocollo di estrazione dell'RNA dalle matrici di coltura ed il metodo di analisi dell'espressione genica dei geni *hydA* (subunità catalitica dell'enzima [FeFe]-idrogenasi) e *mcrA* (subunità α dell'enzima metil coenzima-M riduttasi) mediante reverse transcription real time PCR (RT-qPCR). Saranno verificate le possibili correlazioni dell'mRNA e DNA dei geni considerati con le produzioni di biogas per un eventuale impiego come biomarkers fermentativi.

Linea 5: Caratterizzazione quali-quantitativa del biogas prodotto.

La misura della qualità del biogas prodotto sarà effettuata tramite gascromatografia. L'applicazione di opportuni modelli matematici ai dati della cinetica di produzione del biogas permetteranno di determinare importanti parametri del processo come: la massima produzione di biogas ottenibile, la massima velocità di produzione di biogas e la "lag phase", ovvero il tempo che intercorre tra l'inizio dell'incubazione e l'inizio della produzione di biogas.

Per la determinazione quantitativa del biogas prodotto viene attualmente utilizzato un sistema di "water displacement". Tale sistema si basa sullo spostamento di un volume misurabile di acqua corrispondente al volume di biogas prodotto. Tuttavia attraverso l'uso del sistema AMPTS sarà possibile avere contestualmente sia la misura del singolo gas predominante (metano o idrogeno) che la produzione giornaliera, in campioni multipli (batch).

Linea 6: L'ultimo anno del progetto prevede la verifica dei risultati sull'impianto pilota attraverso gli stessi test chimici, microbiologici e molecolari previsti sui campioni di laboratorio

3.1.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.3.1.1: Individuazione delle condizioni di coltura ottimali nelle fasi idrogeno e metano.

D.3.1.2: Identificazione di ceppi/consorzi microbici migliori produttori di idrogeno e metano.

D.3.1.3: Individuazione e caratterizzazione di marcatori molecolari funzionali di processo.

Ottenimento di indicatori molecolari che in combinazione con altri parametri fisici e chimici nei reattori di fermentazione permetteranno di ottimizzare velocemente i processi biotecnologici.

D.3.1.4: Caratterizzazione del biogas sui processi fermentativi ottimizzati.

D.3.1.5: Upgrading dei risultati di laboratorio a scala di impianto pilota.

D.3.1.6: rapporto sull'esito della ricerca.

D.3.1.7: attività di divulgazione, report finale e pubblicazioni.

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

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	Linea 1, Linea 2, Linea 3 Linea 5	D.3.1.1, D.3.1.2, D.3.1.4
	2	Linea 1, Linea 2, Linea 3, Linea 5	D.3.1.1, D.3.1.2, D.3.1.4, D.3.1.6
	3	Linea 1, Linea 2, Linea 3, Linea 5	D.3.1.1, D.3.1.2, D.3.1.4, D.3.1.5, D.3.1.6

4	Linea 1, Linea 2, Linea 3, Linea 5	D.3.1.1, D.3.1.2, D.3.1.4, D.3.1.6
5	Linea 1, Linea 2, Linea 3, Linea 5	D.3.1.1, D.3.1.2, D.3.1.4, D.3.1.6
6	Linea 1, Linea 2, Linea 3, Linea 5	D.3.1.1, D.3.1.2, D.3.1.4, D.3.1.6
7	Linea 1, Linea 2, Linea 3, Linea 4, Linea 5	D.3.1.1, D.3.1.2, D.3.1.3, D.3.1.4, D.3.1.6
8	Linea 1, Linea 2, Linea 3, Linea 4, Linea 5	D.3.1.1, D.3.1.2, D.3.1.3, D.3.1.4, D.3.1.6, D.3.1.7
9	Linea 1, Linea 2, Linea 3, Linea 4, Linea 5	D.3.1.1, D.3.1.2, D.3.1.3, D.3.1.4, D.3.1.6
10	Linea 1, Linea 2, Linea 3, Linea 4, Linea 5	D.3.1.1, D.3.1.2, D.3.1.3, D.3.1.4, D.3.1.6
11	Linea 1, Linea 2, Linea 3, Linea 4, Linea 5	D.3.1.1, D.3.1.2, D.3.1.3, D.3.1.4, D.3.1.6
12	Linea 1, Linea 2, Linea 3, Linea 4, Linea 5	D.3.1.1, D.3.1.2, D.3.1.3, D.3.1.4, , D.3.1.6
13	Linea 1, Linea 2, Linea 4, Linea 5, Linea 6	D.3.1.1, D.3.1.2, D.3.1.3, D.3.1.4, D.3.1.5, D.3.1.6, D.3.1.7
14	Linea 1, Linea 2, Linea 4, Linea 5, Linea 6	D.3.1.1, D.3.1.2, D.3.1.3, D.3.1.4, D.3.1.6, D.3.1.7
15	Linea 1, Linea 2, Linea 4, Linea 5, Linea 6	D.3.1.1, D.3.1.2, D.3.1.3, D.3.1.4, D.3.1.5, D.3.1.6, D.3.1.7

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

In generale la produzione di biogas in due fasi distinte idrogenogenica e metanogenica, rispetto allo stato dell'arte, consentirà di ottenere diversi risultati positivi: aumentare, a parità di volume di reattore, la produzione di metano nel biogas di circa il 25 % e riducendo, così, il costo dell'investimento; produrre una discreta quantità di idrogeno, che potrebbe anche essere unita con quella di metano (bio-idrometano) per produrre un biogas ancor più ricco; avviare la cosiddetta "economia dell'idrogeno". Inoltre nel progetto si prevede di utilizzare esclusivamente residui e/o scarti agrozootecnici invece che culture energetiche per la produzione di biogas.

Tutto ciò consentirebbe di venire incontro alle direttive della Commissione Europea e della legislazione Italiana. La strategia della Commissione, come testimonia il suo Action Plant "Innovating for Sustainable Growth: a Bioeconomy for Europe", sottolinea la necessità di una economia più innovativa ed a "bassa emissione", che sappia unire la domanda per un'agricoltura sostenibile e per l'uso di risorse biologiche rinnovabili, per scopi industriali, assicurando al contempo protezione della biodiversità e dell'ambiente in generale.

In particolare dal presente progetto sarà possibile individuare le migliori condizioni di processo (T°, pH, HRT, OLR ecc.) per i vari "residui" utilizzati, le migliori percentuali di codigestione ed identificare consorzi microbici da potere impiegare in futuro come colture starter nei reattori. Tutti elementi che ad oggi non sono stati studiati a sufficienza, soprattutto per quello che riguarda gli scarti agrozootecnici quali liquame e scotta.

Tra gli ostacoli prevedibili durante lo svolgimento delle attività sperimentali è possibile che si incontrino difficoltà per la crescita dei consorzi microbici alle condizioni di processo date, ai substrati e alla codigestione previsti. Per ovviare a questo si potrebbero utilizzare microrganismi

provenienti da fonti alternative (quali i bentonici). Nelle analisi molecolari si potrebbero avere difficoltà di adattamento dei protocolli previsti, sviluppati per matrici di partenza diverse, per esempio nell' estrazione di RNA e DNA per le analisi in q-PCR e RT-qPCR per l'analisi di gene expression. Si dovrà provvedere in questo caso, allo sviluppo di protocolli specifici.

Infine, si potrebbero incontrare difficoltà nell'upgrading a scala di impianto pilota, sia per il mantenimento delle condizioni previste (T, agitazione, pH) per i volumi utilizzati, sia perché le condizioni reali non sono controllate e uniformi come quelle di laboratorio (variazione nei solidi volatili- SV). In questo caso bisognerà lavorare a stretto contatto con la task 3.B per adattare le condizioni di processo alle situazioni reali.

3.1.8 piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Modalità di diffusione dei risultati;

I risultati saranno divulgati mediante:

- pubblicazioni sulle principali riviste nazionali ed internazionali;
- presentazione dei risultati a congressi nazionali ed internazionali;
- organizzazione di almeno 2 workshops per operatori del settore.

3.1.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 3.1.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 3.1.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 3.2: Produzione d'inoculi per digestori anaerobici

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

Attualmente, nella realtà operativa degli impianti di biogas, si usano come inoculo nei reattori di digestione anaerobica effluenti zootecnici, digestato oppure fanghi di digestione da altri impianti, col criterio della facilità di reperimento, prima che di qualità (=potenziale metanigeno) dell'inoculo. Tecniche più diffuse di "bioaugmentation" (=apporto di agenti di accelerazione del processo biologico; Kovacs et al., 2013; <http://dx.doi.org/10.1155/2013/482653>) riguardano: i) strategie di arricchimento delle popolazioni microbiche all'interno dei reattori anaerobici, per esempio mediante ricircolo del digestato; ii) aggiunta di microorganismi specifici che accelerino l'idrolisi delle molecole complesse (prima fase della digestione anaerobica); iii) aggiunta di integratori, di natura minerale, organica o enzimatica.

Il CREA-SUI ha messo a punto una procedura innovativa ("patent pending") di produzione di inoculi per la digestione anaerobica. A differenza delle tecniche di bioaugmentation più diffuse, nella procedura sviluppata gli inoculi:

- sono mesofilici misti. Nessuna specie è selezionata preferenzialmente; i consorzi sono gli stessi che si trovano normalmente nei reattori anaerobici;
- la materia prima per la produzione di inoculi è costituita da effluenti zootecnici o da digestato, che sono materiali a costo basso o nullo. Non vengono quindi utilizzati substrati commercializzati specificamente per la coltivazione microbica;
- vengono prodotti con impianto ad hoc e possono essere commercializzati e utilizzati lontano dal luogo di produzione (quindi, non sono vincolati a uno specifico impianto di digestione anaerobica).
- La procedura consente di ottenere un prodotto di cui è possibile valutare il potenziale metanigeno (inoculi "di qualità").

Gli inoculi ottenuti mediante la procedura possono essere utilizzati in via ordinaria per ridurre il tempo di ritenzione idraulica con aumento complessivo delle rese di biogas oppure, in via straordinaria, per la fase di avvio di impianti nuovi o per contrastare rallentamenti d'attività dovuti a cause diverse. La procedura consente di abbattere notevolmente (anche a un decimo) i tempi di avvio della digestione in caso di utilizzo nella fase di start-up di un impianto nuovo, con minore movimentazione di materiali d'inoculo; consente di utilizzare digestori di volume inferiore o di aumentare la quantità di substrato digeribile, per un volume dato del digestore, in caso di apporto d'inoculo continuativo a intervalli regolari nel digestore anaerobico.

Valenza economica: Esiste un grande interesse del mercato, italiano ed estero, per tutte le biotecnologie che consentano di aumentare la velocità di produzione e le rese di biogas. Il vantaggio economico dell'uso di inoculi è nella maggiore produzione di biogas associata alla riduzione dei tempi di ritenzione idraulica oppure all'aumento di solidi volatili digeriti, a parità di tempo di ritenzione idraulica. La procedura proposta mira a coprire le esigenze di un mercato in fase iniziale di sviluppo, quindi con grandi potenzialità. Data la necessità di liquami come materia prima la procedura può essere adottata e l'impianto realizzato specialmente in zone geografiche di allevamenti intensivi.

Valenza sociale: la diffusione della tecnologia proposta, che usa reflui zootecnici (scarti) come materia prima, contribuisce alla protezione del reddito degli allevatori perché consente loro di valorizzare gli effluenti zootecnici (materiali di scarto) per la produzione di energia, con miglioramento delle rese di biogas. L'aumento di occupazione che può conseguire allo sviluppo di questa attività produttiva può ugualmente migliorare il benessere del territorio rurale.

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

Task leader:

Rosa Marchetti - UO CREA-SUI, Ricercatore di II livello, si è occupata di:

- dalla laurea fino al 1991: microbiologia della fermentazione alcolica e degli alimenti, (presso l'Istituto d'Industrie Agrarie, poi Dipartimento di Protezione e Valorizzazione Agroalimentare, dell'Università degli Studi di Bologna);
- dal 1992 al 2007: utilizzo agronomico e impatto ambientale degli effluenti zootecnici (presso l'ex Istituto Sperimentale Agronomico, Sezione Operativa Periferica di Modena e successivamente presso l'Istituto Sperimentale per il Tabacco, SoP di Bovolone, Verona);
- dal 2008 a oggi: gestione degli effluenti zootecnici con particolare riguardo alla loro valorizzazione in digestione anaerobica (presso il Consiglio per la ricerca e la sperimentazione in agricoltura, Unità di ricerca per la suinicoltura, San Cesario Sul Panaro, Modena).

Progetti:

- Sostenibilità della filiera agroalimentare (SO.FI.A.), Cluster AgriFood; a finanziamento MIUR; 2013-2015). Responsabile di sub-unità CREA-SUI, nell'ambito dell'O.R. 4 Recupero di sottoprodotti e biomolecole dall'industria casearia: Ottimizzazione delle condizioni di processo e dei substrati (scotta/permeato di scotta e liquame suino/liquame bovino) per la produzione di CH₄ e H₂ in sistema a doppio stadio in continuo.
- Idrogeno e metano da effluenti di allevamento (MAREA), progetto strategico Sviluppo di modelli zootecnici ai fini della sostenibilità, a finanziamento MiPAAF (2010-2014): Responsabile di Unità Operativa;
- Collezione di microorganismi ARCHAEA e d'interesse agroenergetico (COLMAR), progetto Collezioni E A-OR, a finanziamento MiPAAF (2011-2014): Responsabile di Unità Operativa.

Brevetti:

- Co-inventore di "*Procedimento e impianto per la produzione di idrogeno e metano da effluenti zootecnici*" (Domanda di brevetto nazionale per invenzioni industriali, stato: in lavorazione; Referente brevetto: Riccardo Aleandri)
- Co-inventore di "*Impianto e metodo di ottenimento di inoculi microbici metanigeni*" (Domanda di brevetto nazionale per invenzioni industriali; stato: in lavorazione; Referente brevetto: Rosa Marchetti)

Partecipanti:

Valerio Faeti - UO CREA-SUI, ricercatore III livello, ha collaborato con Marchetti alle attività del progetto SOS-ZOOT. Ha competenze agronomiche ed è responsabile della gestione delle aziende sperimentali dell'Unità di ricerca SUI.

Anna Orsi - UO CREA-SUI collaboratore tecnico IV livello, chimico analista con esperienza pluridecennale in analisi di caratterizzazione - con metodi di chimica classica e strumentale - di matrici diverse, con particolare riguardo agli effluenti zootecnici. Coinvolta in tutti i progetti CREA-SUI che richiedano supporto di analisi di laboratorio.

Gianni Marchetto - UO CREA-SUI, collaboratore tecnico esperto in analisi statistica dei dati.

Pubblicazioni

- Cianchetta S, Di Maggio B, Vasmara C, Marchetti R, Burzi PL, Galletti S, 2014. Funghi lignicoli per il trattamento di biomasse lignocellulosiche a fini energetici. *Micologia Italiana*, 1-3, 99-107.

- Marchetti R, Della Casa G, Aleandri R, Vasmara C, 2013. La collezione di microorganismi d'interesse agro-energetico. Conservazione biodiversità, gestione banche dati e miglioramento genetico. Biodati (D'Andrea ed.). 667-672.
- Marchetti R, Vasmara C, Ponzoni G, Sghedoni L, Aleandri R, 2013. Effect of glycerol concentration and pH level on biological hydrogen and methane production. Proceedings RAMIRAN 2013, 15th International Conference, Versailles, France.
- Vasmara C, Florio G, Borin M, Sghedoni L, Marchetti R, 2013. Potential for methane production from wetland biomass. Proceedings SWS 2013 European Chapter Meeting International Conference "Wetland systems: ecology, functioning and management", Padova, 1-4 settembre, 121-122.
- Vasmara C, Marchetti R, Orsi A, Faeti V, Aleandri R, 2013. Biological production of methane and hydrogen from pig slurry and scotta. RAMIRAN 2013 15th International conference Versailles.

3.2.3 Obiettivi della task

Progettazione e realizzazione di un prototipo per la produzione di inoculi microbici misti utilizzabili in qualsivoglia impianto di biogas di tipo CSTR che lavori in mesofilia.

In particolare si vuole:

3.2.1: valutare la realizzabilità di una soluzione impiantistica adatta a essere commercializzata ad allevatori, produttori di biogas, che vogliono produrre gli inoculi in azienda. Il prototipo rappresenta una configurazione essenziale di impianto, per un volume complessivo di inoculo lavorato dell'ordine di grandezza di 2 metri cubi. Il sistema lavora in semicontinuo in quanto le prime fasi della produzione sono realizzate in continuo mentre la raccolta dell'inoculo richiede l'arresto del processo. Il vantaggio del sistema in semicontinuo, rispetto a una soluzione in batch (comunque possibile) è rappresentato dalla possibilità di produrre volumi superiori di inoculo, nell'unità di tempo.

3.2.2: individuare la metodologia più idonea alla conservazione e distribuzione commerciale dell'inoculo, nel caso in cui esso venga prodotto su larga scala da un'azienda di servizi per la distribuzione ad aziende agricole o agro-zootecniche dotate di impianti di biogas.

3.2.3: arrivare a una chiara definizione, in termini parametrici, di qualità dell'inoculo.

3.2.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

3.2.1: Prove di ottimizzazione delle condizioni di processo in condizioni controllate: esame dell'effetto di fattori compositivi della materia prima e ambientali, influenti sulla qualità finale dell'inoculo; comportamento dell'inoculo in relazione a substrati e a condizioni di digestione differenziati. Tutte queste valutazioni avverranno a scala di laboratorio e includeranno la caratterizzazione delle materie prime, del gas e dei digestati con metodi analitici classici e strumentali.

3.2.2: Progettazione del prototipo: predisposizione schema impianto; simulazione del funzionamento *in silico*, con associata stima del potenziale di produzione e di mercato dell'impianto in versione commerciale.

3.2.3: Realizzazione del prototipo: assemblaggio, collegamenti idraulici, prove in manuale; eventualmente: collegamenti elettronici, prove in automatico. I test sul prototipo riguarderanno principalmente la funzionalità dell'impianto.

3.2.4: Collaudo, avvio e produzione di inoculi. I test di qualità degli inoculi e di conservazione e confezionamento degli stessi potranno avvalersi di sistemi di produzione in parallelo, *in batch*, che lavorino volumi analoghi o superiori a quelli gestiti dal prototipo.

3.2.5: Verifica dei risultati, eventuali adeguamenti, definizione della qualità degli inoculi.

3.2.6: Tecniche di manipolazione (per miglioramento qualità), confezionamento e stabilizzazione per la conservazione e la commercializzazione degli inoculi. Stima del tempo di vita e dei fattori influenti.

In fase di progettazione del sistema e di automazione dei movimenti di fluido si intende appoggiarsi alle competenze del laboratorio CREA-ING di Treviglio. L'attività di realizzazione degli automatismi potrà essere commissionata a una ditta del settore dell'elettronica.

La realizzazione del prototipo richiederà l'acquisto di materiali di consumo (serbatoi, ferramenta, materiale idraulico ed elettrico), e potrà prevedere interventi da parte idraulici, elettricisti, impiantisti ecc nonché il noleggio di un decanter. È necessario inoltre attrezzare l'HPLC in dotazione alla Struttura con un detector rifrattometrico per il monitoraggio della dinamica di degradazione di componenti zuccherine dei substrati di digestione anaerobica.

3.2.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.3.2.1: Output dell'attività 1: Report sui risultati delle prove di ottimizzazione dei fattori di processo in laboratorio.

D.3.2.2: Output dell'attività 2: Progetto di prototipo.

D.3.2.3: Output dell'attività 3: Prototipo assemblato; convegno divulgativo.

D.3.2.4: Output dell'attività 4: Prototipo funzionante; report dei risultati delle prove di collaudo, avvio e produzione.

D.3.2.5: Output dell'attività 5: Inoculi per digestione anaerobica; protocollo per l'ottenimento di inoculi di qualità; giornata dimostrativa; report sulle caratteristiche dell'inoculo di qualità.

D.3.2.6: Output dell'attività 6: Report dei risultati relativi alle tecniche di gestione degli inoculi per la commercializzazione.

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

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	Prove di ottimizzazione delle condizioni di processo	D.3.2.1
	2	Idem	D.3.2.1
	3	Progettazione del prototipo	D.3.2.2
	4	Idem	D.3.2.2
	5	Divulgazione	D.3.2.2
	6	Realizzazione del prototipo	D.3.2.3
	7	Idem	D.3.2.3
	8	Collaudo e avvio	D.3.2.4
	9	Idem	D.3.2.4
	10	Verifica dei risultati e definizione di qualità	D.3.2.5
	11	Idem	D.3.2.5
	12	Divulgazione	D.3.2.5
	13	Tecniche di confezionamento	D.3.2.6
	14	Idem	D.3.2.6
	15		D.3.2.6

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

3.2.1 - Conoscenza dei fattori influenti sulla qualità degli inoculi

3.2.1 - Procedura ottimizzata per la produzione di inoculi

3.2.3 - Impianto pilota in grado di produrre inoculi

3.2.4 - Protocollo per la definizione della qualità degli inoculi

I punti critici da affrontare per la realizzazione dell'impianto riguardano in particolare:

- La disponibilità di contenitori modulari dotati di requisiti specifici
- L'automazione dei trasferimenti di liquido nel sistema
- Alcune fasi della gestione del prodotto (inoculo)

Qualora non fossero reperibili in commercio moduli con determinati requisiti dimensionali e di forma, o qualora non fosse economicamente sostenibile la spesa per l'adeguamento di moduli in commercio secondo tali requisiti, sarà necessario adeguare lo schema progettuale all'esistente.

3.2.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

3.2.1 – convegno divulgativo (secondo anno): con l'obiettivo di far conoscere la nuova tecnologia ai portatori d'interesse (potenziali acquirenti del know-how e utenti finali);

3.2.2 – giornata dimostrativa (quarto anno): con lo stesso obiettivo, supportato dalla presenza di un impianto funzionante e dalla distribuzione di brochures informative (su progetto e impianto);

3.2.3 – presentazione dei risultati a manifestazioni di settore (fiere o convegni), italiane (ad es.: Fiera ECOMONDO di Rimini) e internazionali (ad es.: IBBK Conference, Stuttgart).

3.2.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 3.2.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 3.2.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 3.3: Nuovo prototipo di digestore a due stadi

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

Separando il processo della Digestione Anaerobia (DA) in due stadi distinti (2 digestori) e calibrando diversamente per ciascun digestore alcuni parametri operativi, quali il tempo di ritenzione idraulico ed il pH, è possibile ottimizzare i processi metabolici produttori di acidi grassi volatili e idrogeno in un primo reattore, e produrre metano in un secondo reattore, il tutto con l'aumento delle rese in biogas e della stabilità di processo (Liu et al. 2006, Ueno et al. 2007). La suddetta prima fase del processo, già conosciuta come *dark fermentation*, è considerata particolarmente interessante per la sua relativa semplicità ed i costi impiantistici ridotti se confrontati con altri processi biologici di produzione di idrogeno, quali la "foto-lisi" e la "foto-fermentazione" (Benemann 1996, Levin et al. 2004, K-Y Show et al 2011). Inoltre l'abbinamento della *dark fermentation* e della metanogenesi permette la produzione di una miscela di biogas contenente H₂ e CH₄ utilizzabile come carburante per motori a combustione interna di maggior valore rispetto al solo CH₄ prodotto in DA (Porpatham 2007).

Lo studio in laboratorio dei fattori influenzanti il processo di produzione dell'idrogeno ha permesso la produzione di modelli pilota per questa reazione, necessari per il passaggio alla scala industriale, alcuni dei quali in Italia (La Licata et al. 2008, Cavinato et al 2001, Oberti et al. 2013) rivolti alla co-digestione di frazioni organiche dei rifiuti solidi urbani o scarti orto frutticoli con fanghi di depuratori o con effluenti zootecnici.

Nell'ambito del progetto MiPAAF SOS-ZOOT, scheda MAREA, cui hanno partecipato CREA-ING e CREA-PCM, è stato progettato in collaborazione con l'ENEA, realizzato, e quindi installato presso l'azienda del CREA-PCM, un impianto pilota di digestione anaerobica a doppio stadio per la produzione separata di idrogeno e metano a partire da liquami bovini/bufalini e scarti agroindustriali (scotta e glicerolo). Tale sistema sembra poter valorizzare meglio siero e scotta il cui elevato tenore di molecole fermentescibili ad alto contenuto energetico nella DA tradizionale può portare all'aumento di concentrazione degli acidi grassi volatili con conseguente blocco della metanogenesi, infatti nei digestori anaerobici monostadio siero e scotta sono utilizzati in co-digestione in percentuali molto basse; inoltre, aumentando le resa complessiva di biogas, valorizza ancor di più l'effluente zootecnico, che pur essendo un ottimo substrato per la DA, ha un minore potenziale metanigeno rispetto a quello di colture dedicate (mais e cereali).

L'attuale quadro normativo relativo agli incentivi per gli Impianti di produzione di energia alimentati da fonti rinnovabili (IAFR), nel caso del biogas favorisce quelli che utilizzano effluenti zootecnici e scarti agroindustriali rispetto a quelli che utilizzano colture dedicate. La disponibilità di impianti bi-stadio per la produzione di H₂ e CH₄, con rese in biogas più elevate di biogas rispetto ai tradizionali ed incentivi economici maggiori dovuti all'impiego di effluenti e sottoprodotti, potrebbe aiutare allevamenti, allevamenti con caseifici aziendali e perfino caseifici ad aumentare il loro reddito e contribuire parzialmente a mitigare l'impatto ambientale di tali attività.

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

Task leader:

Serafino Concetti - UO CREA-PCM, Tecnologo, Laureato in Sc. Agrarie. Esperienza professionale: Responsabile per il CREA-PCM del progetto finanziato dal MiPAAF "SOS-ZOOT Sviluppo di modelli zootecnici ecocompatibili ai fini della sostenibilità. Sottoprogetto MAREA "Idrogeno e metano da effluenti zootecnici".

Partecipanti:

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

Pubblicazioni

- Concetti S., Chiariotti A., Patriarca C., Marone A., Varrone C., Contò G., Cali M., Signorini A. 2013. Biohydrogen production from buffalo wastewater codigested with agroindustrial by-products in an anaerobic reactor. Buffalo Bull. Jour.32 (special issue).

3.3.3 Obiettivi della task

Nell'ambito del progetto MiPAAF SOS-ZOOT, scheda MAREA, cui hanno partecipato CREA-ING e CREA-PCM è stato progettato, realizzato, quindi installato presso l'azienda del CREA-PCM, un impianto pilota di digestione anaerobica a doppio stadio nel quale avviene una produzione separata di idrogeno e metano a partire da liquami e scarti caseari. Il processo è stato testato in laboratorio e l'impianto, per il quale è in corso una domanda di brevetto ("procedimento ed impianto per la produzione di idrogeno e metano da effluenti zootecnici" n. TO2013A000227), ha dato risultati incoraggianti anche in termini di interesse da parte dell'industria. Tuttavia il reattore nella sua attuale conformazione può essere alimentato solo con substrati a basso tenore di Solidi Totali (< 5%), in cui le particelle e gli aggregati della frazione in sospensione abbiano dimensioni inferiori a 2-3 mm, limiti che mal si conciliano con le caratteristiche degli effluenti zootecnici, in particolare del refluo delle stalle di bovine e di bufale da latte. Il task si pone l'obiettivo di rivedere il prototipo e superare le criticità emerse migliorandone sostanzialmente le performances intese come ampliamento della gamma di substrati (biomasse) impiegabili, e di aumentarne la flessibilità ampliando della possibilità di variare i parametri di processo.

Obiettivi specifici

Gli obiettivi specifici della task saranno i seguenti

1) L'allestimento e la messa in funzione, attraverso l'ammodernamento (*revamping*) del prototipo realizzato col progetto SOSZOOT – MAREA, un impianto prototipale costituito da due reattori continui a serbatoio agitato (CSTR ovvero Continuous-flow Stirred-Tank Reactor) posti in serie, con ampia flessibilità dei parametri chimico-fisici di processo, quali tempo di ritenzione idrica (HRT), tasso di carico organico (OLR), temperatura, pH, in grado di produrre sia biogas contenente elevate concentrazioni di H₂, sia biogas contenente CH₄, grazie alla co-digestione di una miscela di e scarti caseari (scotta) e reflui zootecnici.

In questa fase sarà determinante poter collaborare, sulla base di apposite convenzioni, con industrie interessate e motivate ad affrontare il tema e competenti per loro precedenti esperienze nel settore.

In particolare la ditta COMECO srl di Rieti, ha già maturato per proprio conto esperienza ingegneristica e realizzativa per impianti di DA bi-stadio, mentre la ditta Polineo sas di Patumi Andrea & C. di Terni ha già maturato esperienza nella parte di controllo automatico di gestione di questo tipo di impianti. Altra ditta in possesso di competenze specifiche e che potrebbe essere coinvolta in una collaborazione per la costruzione del prototipo è la ditta Biogas Eiroa Srl di Faenza.

2) La definizione delle ottimali condizioni operative, anche al fine di produrre dati certi e affidabili per analisi di fattibilità di impianti operativi, nell'ambito dei diversi schemi funzionali :

a. Fermentazione in doppio o singolo stadio con fasi idrolitica, acidogenica ed acetogenica in un reattore e fase metanigena in un secondo reattore, ovvero in unico reattore; in condizioni di mesofilia (opzione preferenziale) o di termofilia (parziale e/o totale);

b. Co-digestione o meno di liquame proveniente da stalla per bovine/bufale da latte e scotta proveniente trasformazione casearia di latte, ed eventualmente di altri scarti d'allevamento e dell'agro-industria;

c. Produzione e raccolta separata di biogas contenente H₂ e di biogas contenente CH₄, ovvero miscela dei due tipi di biogas; produzione di solo biogas contenente CH₄.

3) La verifica su scala pilota dei risultati di laboratorio ottenuti dal task 3.A.1), in particolare delle ottimali concentrazioni dei substrati in co-digestione ed il miglioramento indotto dall'impiego di inoculi selezionati.

4) La valutazione degli effettivi vantaggi del processo bi-stadio su quello mono-stadio, quali maggiore resa energetica, riduzione dei tempi di ritenzione idrica, più elevati tenori di scorta (scarti caseari) nella miscela di substrati in co-digestione.

5) La messa a punto delle condizioni di processo, in stretta relazione allo svolgimento della task 6.C.1, che danno origine alla miscela di biogas con il miglior rapporto H₂/CH₄/CO₂.

3.3.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

Al fine di perseguire gli obiettivi prima descritti le attività della task, saranno articolate in 2 linee di seguito specificate:

1. Realizzazione di un prototipo di digestore bi-stadio e bi-fase ad elevato grado di automazione nella regolazione dei parametri di processo. Trattandosi di un prototipo complesso sia dal punto di vista idraulico che per i sistemi di controllo automatico necessari, andranno affrontati problemi di ingegnerizzazione e costruttivi che richiedono competenze molto particolari. Si ritiene perciò necessario attivare collaborazioni regolate da apposite convenzioni con le ditte COMECO S.r.l. di Rieti, che ha già maturato per proprio conto esperienza ingegneristica e realizzativa per impianti pilota di DA bi-stadio e Polineo sas di Terni, che ha già maturato esperienza nella parte di controllo automatico di gestione di questo tipo di impianti. Altra ditta in possesso di competenze specifiche e che potrebbe essere coinvolta in una collaborazione per la ricostruzione del prototipo è la ditta Biogas Eiroa Srl di Faenza (RA). In particolare si procederà a:

a. Revisione critica dell'attuale impianto, definizione delle modifiche da apportare per renderlo più preciso nelle misurazioni e più flessibile nella gestione, individuazione delle tecnologie, scelta delle apparecchiature, delle componenti e dei materiali da impiegare, stesura di uno schema di massima (lay-out) del prototipo;

b. Ricostruzione dell'impianto, ampliamento dell'automazione dei processi e inserimento della possibilità di controllo remoto, tramite acquisto diretto delle componenti aggiuntive e dei materiali necessari ed assemblaggio affidato a ditte convenzionate.

2. Ottimizzazione del processo di Digestione Anaerobica, mediante verifica delle indicazioni provenienti dalle attività previste nella task 3.A.1 (effettuate in laboratorio) e valutazione dei prodotti ottenibili dal funzionamento a regime dell'impianto:

a. Messa in funzione e conduzione testando i diversi substrati (refluo zootecnico, scorta ecc.);

b. Monitoraggio delle condizioni di processo (T°, pH, Pressione, tempi di ritenzione idraulica, carico organico), degli input (quantità e qualità dei substrati) e degli output (biogas prodotto, digestato); messa a punto dell'impianto, variando la tipologia di alimentazione, anche a seconda dei risultati ottenuti in laboratorio, e i parametri operativi;

c. Caratterizzazione chimico-fisica dell'input e dei prodotti intermedi, con particolare riguardo al contenuto di Acidi Grassi Volatili (AGV), da determinare con cromatografia liquida ad alta pressione (HPLC), nel digestato del primo reattore (substrato del secondo), in quanto indicativo dell'andamento del processo di *dark fermentation* e fondamentale per la produzione di metano nel secondo;

d. Caratterizzazione qualitativa dei biogas prodotti, attraverso analizzatore in continuo con celle ad InfraRossi ed elettrochimiche ovvero con GasCromatografo (GC), e del digestato attraverso

la determinazione dei Solidi Volatili (SV) ovvero della Domanda Chimica di ossigeno (COD) e degli AGV residui;

e. Valutazione del “biopotenziale H_2 ” e del residuo biopotenziale CH_4 di effluenti zootecnici e scarti agroindustriali impiegati in co-digestione nel prototipo;

f. Trattamento ed accumulo dei biogas prodotti, in stretta connessione con la task 6.C.1 per l’utilizzo in motorizzazioni sperimentali.

3.3.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.3.3.1: Output dell’attività sulla linea 1:

- Relazione analitica delle scelte tecniche e specifiche per la revisione e ricostruzione dell’impianto pilota;
- schema di massima (*lay-out*) del prototipo;
- ISTALLAZIONE e messa in funzione di impianto pilota bi-stadio per la produzione di idrogeno e metano.

D.3.3.2 Output dell’attività sulla linea 2:

- Manuale descrittivo delle funzionalità dell’impianto;
- Relazione tecnica relativa alle performance dell’impianto pilota;
- Upgrading dei risultati di laboratorio a scala di impianto pilota (Task 3.1)
- produzioni di biogas e digestato da utilizzare in altre task;

D.3.3.3 Output di tutta la task:

- Analisi della fattibilità economica della realizzazione dell’impianto su scala industriale attraverso l’elaborazione dei risultati ottenuti con il pilota; l’analisi prenderà in considerazione le apparecchiature, le soluzioni tecniche principali e i costi di impianti industriali di varie taglie in grado di trattare i substrati analizzati. Saranno inoltre considerati i possibili ricavi sia derivanti da vendita di energia prodotta, sia da incentivi, sia da risparmi su spese dovute;
- relazione finale che riassumerà tutto il lavoro svolto.

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

	Linea Attività	Attività		Deliverable	
		sigla	Descrizione		
Quadrimestri	1	1	1-a	Revisione impianto attuale	D.3.3.1
	2	1	1-a	Revisione impianto attuale e definizione modifiche	D.3.3.1
	3	1	1-a	Definizione modifiche	D.3.3.1
	4	1	1-a	Scelta apparecchiature, componenti e materiali	D.3.3.1
	5	1	1-b	Ricostruzione impianto (meccanica)	D.3.3.1
	6	1	1-b	Ricostruzione impianto (meccanica)	D.3.3.1
	7	1	1-b	Completamento automazione e controllo remoto	D.3.3.1
	8	1	1-b	Settaggio strumenti di controllo dei parametri di funzionamento	D.3.3.1
	9	2	2-a, 2-b, 2-c, 2-d	Messa in funzione e conduzione dell’impianto con diversi substrati, Monitoraggio, caratterizzazione chimico-fisica input e prodotti intermedi, analisi qualitativa output	D.3.3.1

10	2	2-a, 2-b, 2-c, 2-d	Conduzione e Monitoraggio impianto, caratterizzazione chimico-fisica input e prodotti intermedi, analisi qualitativa output	D.3.3.2
11	2	2-a, 2-b, 2-c, 2-d, 2-e	Conduzione e Monitoraggio impianto, caratterizzazione chimico-fisica input e prodotti intermedi, analisi qualitativa output, valutazione biopotenziale H ₂ -CH ₄	D.3.3.2
12	2	2-a, 2-b, 2-d, 2-e, 2-f	Conduzione e Monitoraggio impianto, analisi qualitativa output, valutazione biopotenziale H ₂ -CH ₄ , trattamento ed accumulo biogas per utilizzo in task 6.C.1	D.3.3.2
13	2	2-f	Trattamento ed accumulo biogas per utilizzo in task 6.C.1	D.3.3.2
14	2		Valutazione biopotenziale metanigeno ed idrogenogenico dei substrati testati	D.3.3.2
15			Relazione di fine progetto	D.3.3.3

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

I risultati attesi dalla realizzazione del prototipo sperimentale sono la conferma in scala pilota delle evidenze di laboratorio, la definizione dell'operatività in scala reale per la gestione di impianti bi-stadio per la produzione di idrogeno e metano, il contributo all'individuazione delle soluzioni impiantistiche adottabili su scala industriale, in ultimo la verifica, avendo simulato in modo inequivocabile le dinamiche degli impianti a scala reale, della fattibilità tecnico/economica della valorizzazione energetica di effluenti zootecnici e sottoprodotti agroindustriali tramite *dark fermentation* abbinata a digestione anaerobica.

La realizzazione del prototipo darà quindi indicazione degli effettivi costi per il passaggio alla produzione su scala industriale di reattori bi-stadio e bi-fase.

Rischi possibili: difficoltà di tipo ingegneristico nell'ottimizzazione dell'impianto per il funzionamento in continuo dell'impianto. Azione correttiva: progettazione "iterativa" nel senso della continua verifica della funzionalità delle singole componenti.

Un altro rischio possibile potrebbe essere dovuto alla necessità di adottare soluzioni impiantistiche diverse da quelle utilizzabili su scala reale, a causa delle limitate dimensioni dell'impianto pilota, con conseguenti condizioni operative non perfettamente comparabili; azione correttiva: attenta analisi delle soluzioni tecnologiche disponibili e scelta di quelle che possono essere riprodotte in scala reale ovvero di quelle in cui le differenze tra le condizioni operative in scala pilota e reale siano valutabili e misurabili.

3.3.8 piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Modalità di diffusione dei risultati;

I risultati saranno divulgati mediante:

- pubblicazioni sulle principali riviste nazionali ed internazionali;
- presentazione dei risultati a congressi nazionali ed internazionali;
- organizzazione di almeno 1 giornata dimostrativa agli stakeholders;

3.3.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 3.3.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 3.3.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 3.4: Impatto dei biodigestati sulle comunità microbiche dei suoli agrari

3.4.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione

La gestione dei masse di scarto delle filiere per la produzione di biogas è un problema rilevante nella gestione degli impianti. Lo smaltimento è sottoposto a normative nazionali che, nel caso di utilizzo agronomico di digestati derivanti da materia fecale di origine animale e biomasse vegetali non tossiche, è governato dal DM 7/04/2006 e leggi regionali di recepimento. Questo crea una grande variabilità nella gestione di questi prodotti nella diverse regioni del nord Italia che varia dalla separazione della fase liquida da quella solida con compostaggio e smaltimento della fase liquida in depuratori, come avviene in Alto Adige, alla distribuzione diretta dei digestati direttamente dall'impianto nei suoli limitrofi, dopo parziale separazione dalla fase liquida, come in Emilia Romagna e Piemonte

La variabilità delle tecnologie di digestione, cui si aggiunge quella che caratterizza le biomasse utilizzate, porta ad una diversificata disponibilità di materiale organico finale. Questo, oltre ad essere fonte di sostanza organica ed elementi nutritivi, ha un potenziale impatto funzionale sui suoli dovuto all'azione che i diversi substrati hanno sulla composizione delle comunità microbiche telluriche, con diretto impatto sulla capacità produttiva dei suoli.

Le pratiche agricole possono indurre variazioni rilevanti delle comunità microbiche che vivono nei suoli incrementandone la funzionalità. In particolare, diversi studi hanno evidenziato che l'apporto al suolo di materiali organici residuali come ceneri derivanti da produzione di energia da materiale legnoso (Fernández-Delgado Juárez et al., 2013; Insam et al., 2009) o digestati di varia origine (Nyberg et al., 2006) incidono sul bioma del suolo per l'incremento di massa microbica che segue quello della frazione organica, per il contenuto di composti naturali molto attivi (come fenoli per esempio), come pure per il pH. Infine, fra i digestati, molto interessanti sono le masse esauste dell'industria agroalimentare spesso ricchi di composti biologicamente attivi di origine microbica con azione di promozione di crescita e altri effetti utili per la sanità e crescita delle colture. Pertanto, l'applicazione in agricoltura di biodigestati ed il loro impatto sulle comunità microbiche telluriche va studiato per ottimizzare l'uso di questa risorsa e sviluppare pratiche agronomiche innovative. Queste tecniche possono avere la massima importanza in aree affette da basso contenuto sostanza organica come la pianura padana orientale, dove l'incremento della fertilità biologica ottenuto può in parte sopperire nel breve – medio periodo agli affetti di declino della fertilità legati ai processi di desertificazione; oppure in agro-ambienti specializzati verso colture ad alto reddito come fragola o fruttiferi, affette da declino produttivo dovuto al ritorno nella coltura negli stessi appezzamenti nel tempo.

Bibliografia

- Fernández-Delgado Juárez M, Waldhuber S, Knapp A, Partl C, Gómez-Brandón M, Insam H, 2013. Wood ash effects on chemical and microbiological properties of digestate- and manure-amended soils. *Biol. Fertil. Soils*, 49, 575-585.
- Insam H, Franke-Whittle IH, Knapp BA, Plank R, 2009. Use of wood ash and anaerobic sludge for grassland fertilization: Effects on plants and microbes. *Die Bodenkultur*, 60, 39-51.
- Nyberg K, Schnürer A, Sundh I, Jarvis A, Hallin S, 2006. Ammonia-oxidizing communities in agricultural soil incubated with organic waste residues. *Biol. Fertil. Soils*, 42, 315-323.

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

Task Leader:

Luisa Maria Manici - UO CREA-CIN primo ricercatore. Impatto dei biodigestati sulle comunità microbiche dei suoli agrari. Ricercatore dal 9 gennaio 1990 negli IRSA, poi divenuti CREA; dal 2001 è primo ricercatore. Svolge l'attività di ricerca nel campo della patologia vegetale e dell'ecologia microbica dei suoli agrari per il controllo a basso impatto ambientale dei patogeni radicali e per l'individuazione delle componenti della repressività dei suoli, con particolare riferimento a agricoltura sostenibile e sistemi a gestione biologica. La sua attività di ricerca parte sempre da problematiche dei sistemi agricoli italiani e viene svolta con metodologie su base colturale, molecolare e metagenomica.

2014-2015. Coordinatore del progetto biennale MiPAAF agricoltura biologica ORTOSUP (Gestione agro-ecologica per la difesa delle colture orticole in biologico);

2012-2014 Coordinatore del progetto triennale ERA-NET BIO-INCROP, call Core organic 2.

Incarichi e altri rilevanti ruoli scientifici:

2013 Ha ottenuto la 'abilitazione Scientifica Nazionale (ASN-MIUR) a professore di I e II fascia.

2013-2014 Esperto (da selezione competitiva su titoli e proposte) del EIP Focus Group on Organic Farming del 2013 (DG AGRI della commissione Europa).

2006-2009 - Esperto scientifico (da selezione competitiva su titoli e CV) del Plant Health Panel della European Agency for Food Safety (EFSA) di Parma, per il triennio di attività del Panel.

Attività di Refere

Dal 2012 è membro del Editorial board dell'*European Journal of Agronomy* (Elsevier);

Dal 2013 è membro del Editorial board della rivista *Applied Soil Ecology* (Elsevier). Inoltre, svolge attività di refere per numerose altre riviste ISI internazionali.

Partecipanti:

Francesco Caputo - UO CREA-CIN, CTER, laureato in agraria, dal 1996 svolge la sua attività come CTER presso ex istituto Difesa del Suolo di Firenze e dal 1999 ad oggi presso il CREA-CIN di Bologna (ex isci). L'attività dal 1996 ad oggi ha riguardato la microbiologia e biologia molecolare applicata alla metagenomica e allo studio delle comunità microbiche dei suoli agrari, mediante l'utilizzo di tecniche quali DGGE, RealTime PCR, sequenziamento, saggi biologici.

Federica Nicoletti - UO CREA-CIN, tempo determinato, ha ottenuto la laurea in Biotecnologie Vegetali e Microbiche nel 2008 presso l'Università degli studi di Pisa. Ricercatore Associato dal 2009 al 2012 presso il CREA-FSO di Sanremo, e dal 2012 ad oggi presso il CREA-CIN di Bologna. Dottorato di Ricerca in Botanica Applicata all'Agricoltura e all'Ambiente, Scienze e tecnologie per l'Ambiente e il Territorio, conseguito nel 2014 presso l'Università di Genova. Esperienza maturata in patologia vegetale, test diagnostici per funghi patogeni dell'apparato radicale, micologia (metodi tradizionali e molecolari), studio del rapporto pianta-microorganismo, studio di popolazioni fungine delle rizosfera (DGGE, Real-time PCR).

Pubblicazioni

- Gioacchini P, Manici LM, Ramieri NA, Marzadori C, Ciavatta C, 2007. Nitrogen dynamics and microbial response in soil amended with either olive pulp or its by-products after biogas production *Biology and Fertility of Soils*, 43, 621-630.
- Kelderer M, Manici LM, Caputo F, Thalheimer, M, 2012. Planting in the 'inter-row' to overcome replant disease in apple orchards: a study on the effectiveness of the practice based on microbial indicators. *Plant and Soil*, 357(1-2), 381-393.
- Manici LM, Caputo F, 2009. Fungal community diversity and soil health in intensive potato cropping systems of the east Po valley, northern Italy. *Annals of Applied Biology*, 155, 245-258.
- Manici LM, Caputo F, 2010. Soil fungal communities as indicators for replanting new peach orchards in intensively cultivated areas. *European Journal of Agronomy*, 33(3), 188-196.

- Manici LM, Kelderer M, Caputo F, Mazzola M, 2015. Auxin-mediated relationships between apple plants and root inhabiting fungi: Impact on root pathogens and potentialities of growth-promoting populations Plant Pathology 10/2014.
La lista completa delle pubblicazioni è disponibile a https://www.researchgate.net/profile/Luisa_Manici/contributions).

Collaborazioni esterne:

- Markus Kelderer, Centro di Sperimentazione Agraria e Forestale Laimburg (Vadena, Laimburg 6, 39040 Ora (BZ), e-mail: markus.kelderer@provinz.bz.it.
Markus Kelderer si è laureato in Scienze agrarie a Padova (1988), e ha concluso un dottorato di ricerca all'Università di Vienna (Universität für Bodenkultur) nel 2004 Dal 1997 è il coordinatore della sezione di frutticoltura al Centro per la Sperimentazione Agrario e Forestale Laimburg (BZ). È il coordinatore del settore produzioni biologiche al Centro per la Sperimentazione Agrario e Forestale Laimburg (BZ) dal 1992. Dal 2001 svolge lezioni all'Università libera di Bolzano nell'ambito della materia 'Agricoltura biologica'. Ha avuto responsabilità scientifiche e tecniche nell'ambito di commissioni pubbliche del Mipaf (Commissione Difesa in Agricoltura Biologica) e private IFOAM EU (Organic Fruit growing group). È referee di riviste e convegni scientifici e divulgativi: Rivista di frutticoltura, Klosterneuburger Mitteilungen, International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing. È membro di Isofar: International Society of Organic Research. È autore/coautore di ca. 100 pubblicazioni scientifici (molte in riviste con referees) e divulgative.

3.4.3 Obiettivi della task

Valutare la risposta delle comunità microbiche dei suoli all'apporto di masse residue (digestati) da impianti per la produzione di biogas con particolare riferimento alle colture da energia, allo scopo di:

- 1) valutare l'impatto dei digestati sulle componenti biologiche della fertilità dei suoli;
- 2) individuare materiali organici e pratiche che possano massimizzare le componenti biologiche funzionali dei suoli (incremento di crescita delle colture, repressività verso i patogeni radicali) in modi da aumentare il valore economico dei digestati finali degli impianti che lavorano secondo le procedure di autocontrollo basate sui principi del sistema HACCP in conformità alle disposizioni comunitarie.

3.4.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

L'attività nella task sarà articolata in 3 principali linee di ricerca, di seguito specificate, che avranno come output 8 deliverables.

Linea 1: Valutazione dell'impatto di digestati da impianti di biogas alimentati con colture da energia, su suoli agrari a colture estensive in 2 diversi agro-ambienti del nord Italia.

L'attività di ricerca della Linea 1 si svolgerà sui biodigestati da impianti che processano biomasse vegetali integrate con altro materiali organici disponibili in loco, quali: effluenti zootecnici, scarti caseari o altro disponibile sul territorio in due agro-ambienti con caratteristiche diverse; i) in provincia di Vercelli, in Piemonte ii) pianura padana orientale, nella della provincia di Bologna.

Attività 1. L'attività di ricerca del Piemonte fa riferimento all'impianto per produzione di biogas Società Agricola Terraluce srl, sito in Loc. Busonengo Villarboit (VC) che processa attraverso digestione anaerobica biomasse vegetali (Mais e Triticale prevalentemente) ed effluenti zootecnici. L'impianto da 1.000 kW_e è gestito in accordo con le procedure permanenti elaborate in base ai principi del sistema di analisi dei rischi e punti critici di controllo HACCP (Hazard Analysis and

Critical Control Points), in conformità alle disposizioni comunitarie ed alle corrispondenti attuazioni e recepimenti nazionali e regionali. La società smaltisce digestati come ammendati organici nei suoli negli areali circostanti all'impianto di biogas. Sulle stesse aree vengono prodotte le colture da bioenergia (mais e triticale) destinate all'impianto per biogas e colture da granella tipiche della zona (soia e riso). La proprietà all'impianto per biogas, 'Società Agricola Terraluce srl', gestisce le aree agricole per la produzione di colture da biomassa attraverso una società agricola correlata ('Bario srl') la quale gestisce le superfici nel rispetto dei limiti posti dalle normative nitrati della regione Piemonte. Nell'ambito di questi suoli verranno individuati 2 sistemi colturali in cui la risposta delle comunità microbiche della rizosfera verranno valutate sulle colture che vi succederanno nel quinquennio di progetto con riferimento all'evoluzione in appezzamenti controllo non ammendati. I sistemi colturali saranno individuati nell'ambito delle superfici agrarie gestiti dalla 'Bario srl' in cui i piani di ammendamento con digestati dell'impianto per biogas della 'Soc. Agricola TerralucÈ sono iniziati nel 2013. I trattamenti a confronto:

- ammendamenti su suoli tendenzialmente argillosi a confronto con un campo controllo sottoposto a gestione convenzionale (fertilizzazione chimica);
- ammendamenti su suoli tendenzialmente sabbiosi a confronto con un campo controllo sottoposto a gestione convenzionale.

I parametri chimico-fisici dei suoli sono stati regolarmente monitorati; verrà quindi svolto uno studio sulla risposta delle comunità microbiche della rizosfera con l'obiettivo di valutare le componenti biotiche con ruolo funzionale. I risultati verranno correlati a parametri di accrescimento ottenuti nei test in vaso e successivamente correlati con i dati produttivi di campo su larga scala. Questo, per individuare se e quali fattori di fertilità biologica risulteranno incrementati dall'apporto con i residui dei gli impianti per biogas. Tutte le prove verranno svolte con test di allevamento in vaso con colture target (mais) su campioni di suolo prelevati negli appezzamenti di riferimento secondo la seguente Metodologia:

- Valutazione della risposta di accrescimento della coltura (accrescimento vegetativo)
- Risposta qualitativa delle comunità microbiche della rizosfera valutata con PCR-DGGE, pirosequenziamento e altre tecniche a partire da DNA totale estratto da suolo.
- Risposta qualitativa delle comunità fungine endofite nelle radici (identificazione specie/frequenza con metodi colturali e tassonomia convenzionale integrata con metodi molecolari)
- Correlazioni fra risposta di accrescimento e variazioni microbiche a livello della rizosfera.

I risultati poliennali permetteranno:

- di valutare l'evoluzione delle componenti biotiche della fertilità biologica in suoli ammendati con digestati da impianti per biomasse vegetali
- di dare indicazioni utili per la ulteriore messa a punto di tempi e modalità di apporti di digestati ai suoli.

Attività 2. L'impianto di riferimento del secondo agro-ambiente è quello della 'Società Agricola Cazzani' (Medicina, Bologna) Che produce 1.416 kW, cui si aggiungono 849 kW termici.

L'impianto processa prodotti cerealicoli appositamente coltivati, residui vegetali delle lavorazioni agroalimentari e le eccedenze delle produzioni agricole, oltre a scarti caseari. Anche in questo caso il biodigestato viene distribuito nei terreni limitrofi all'impianto i quali sono per lo più destinati a cereali, Nell'ambito di queste superfici, verranno individuati due appezzamenti ed le relative aree controllo (non ammendate) per svolgere le stesse valutazioni descritte nella attività dell'agro-ambiente piemontese. In questo caso non c'è la differenziazione del tipo di suolo e si farà riferimento ai suoli tendenzialmente argillosi con modesto contenuto di sostanza organica che caratterizzano la zona. I test in vaso con i campioni da tutti i siti individuati per le prove dei siti Piemontesi ed Emiliani verranno svolti in 2 anni successivi, indicativamente il 2° e il 3°anno di progetto).

Linea 2: Valutazione dell'impatto di digestati da impianto di residui urbani nell'ambito di un programma di rilancio della produzione locale di fragola nella provincia di Bolzano.

Attività 1 L'attività verrà svolta in collaborazione con il Centro di Ricerca di Laimburg; si svolgerà in un sito della provincia di Bolzano dove la fragola, insieme alle orticole, ha rappresentato in passato una coltura di rilevante valore economico a livello locale, oltre a rappresentare una coltura importante per la agro-biodiversità di una zona in cui la melicoltura è ampiamente predominante. L'obiettivo principale è valutare l'efficacia di ammendamenti ai suoli con residui dell'impianto per biogas del comune di Lana ('Tisner Auen', che ogni anno produce energia e calore "lavorando" circa 17.000 tonnellate di rifiuti organici e verdi provenienti da Bolzano, Merano e dai comprensori Burgraviato e Salto-Sciliarcompostaggio) come ammendante organico per il ripristino della fertilità biologica di suoli coltivati a fragola in Val Martello (BZ) o in una zona vocata alla fragolicoltura di montagna sempre nella provincia di Bolzano. La prova di pieno campo verrà allestita il secondo anno di progetto e verrà preceduta da una indagine per la valutazione della problematica di stanchezza nel sito di riferimento e sulla valutazione degli apporti ottimali di biodigestati anche con prove preliminari in vaso in modo da individuare le dosi di apporto che verranno poi messe a confronto in campo con un controllo non trattato in uno schema sperimentale adeguato alle scelte finali. Poiché la fragola è particolarmente sensibile al complesso di necrosi radicale e a condizioni di fertilità biologica legate anche al re-impianto (basso contenuto di sostanza organica dei suoli, bassa biomassa microbica, bassa biodiversità microbica dei suoli), verranno valutati i seguenti parametri in 1 ciclo produttivo biennale (2 raccolte).

- Parametri produttivi della coltura (accrescimento vegetativo, produzione finale) Centro Laimburg
- Parametri chimici (Corg, N, K, P ecc) e biologici (attività respiratoria) Centro Laimburg
- Risposta qualitativa delle comunità microbiche della rizosfera valutata con PCR-DGGE a partire da DNA totale estratto da suolo.
- Risposta qualitativa delle comunità fungine endofite nelle radici (identificazione specie/frequenza con metodi colturali e tassonomia convenzionale integrata con metodi molecolari)

Attività 2 Alla fine del 4° anno, sulla base di risultati ottenuti, verranno svolte prove per:

- Valutazione funzionale rapporto pianta/microrganismi per le popolazioni microbiche identificate per il potenziale ruolo positivo sull'accrescimento delle piante o la riduzione dell'impatto dei patogeni radicale che determinano una riduzione qualitativa/quantitativa della fragola. Questo per identificare delle caratteristiche positive che permettano d'incrementare il valore del biodigestato dell'impianto 'Tisner Auen' come ammendante organico in orticoltura.

Linea 3 Potenziamento dell'impiego dei digestati da biomasse vegetali come ammendanti in conversione e gestione a biologico.

Questa linea di ricerca si svolgerà in Piemonte in collaborazione con le Società Agricole 'Terraluce' e 'Bario'. L'attività ha l'obiettivo di supportare l'applicazione in agricoltura biologica dei digestati finali da impianti alimentati con biomasse vegetali. Questo dovrebbe creare una filiera produttiva che parte i) dalla produzione vegetali per energia che, di fatto, non richiedono trattamenti chimici, quindi esenti da residui chimici e metalli pesanti per la coltivazione, ii) prosegue con una produzione di biogas con impianti di qualità; iii) sfocia nell'uso dei biodigestati idonei all'uso in agricoltura biologica per la produzione di cereali e soia biologici. Questa filiera rappresenta un incentivo all'aumento di suoli in gestione a biologico nelle aree agricole limitrofe agli impianti che sono gestiti secondo le procedure di autocontrollo basate sui principi del sistema HACCP e certificati come ammissibili anche in sistemi di coltivazione biologica secondo l'allegato 1 del regolamento per agricoltura biologica della Commissione Europea (Commission Regulation (EC) No 889/2008 of 5 September 2008).

La linea 3 prevede le seguenti attività:

Attività 1. Risposta agli ammendamenti con biomasse con la stessa metodologia illustrata nella linea 1, ma con riferimento ad alcuni appezzamenti in conversione a biologico seguiti dalla Bario srl in Piemonte con l'apporto di digestati a confronto (se disponibile) con una conversione a biologico (se disponibile in zona), attuata secondo le procedure convenzionali in zona o, con un controllo convenzionale. Per l'Emilia, il sito in biologico al momento non è disponibile, tuttavia dato l'attuale interesse per il possibile impiego in biologico dei digestati da impianti per la produzione di biogas, si cercherà di individuare un appezzamento in conversione in cui valutare l'effetto sulla fertilità biologica.

Oltre alle valutazioni descritte sopra, in questa linea verrà svolta la seguente attività addizionale:

Attività 2. Valutazione funzionale del rapporto pianta/popolazioni di microorganismi con test in ambiente controllato e colture target (mais e frumento o altro). Questo permetterà di individuare il ruolo funzionale delle popolazioni microbiche più abbondanti nei suoli trattati con i residua per la produzione di biogas e ottenere evidenze che l'apporto di digestati da produzione "virtuosa" di biogas possono essere impiegati con particolare efficacia nella conversione a biologico. A garanzia della autenticità dei risultati le sequenze nucleotidiche di zone conservate di DNA in popolazioni di interesse verranno sequenziate e depositate in GenBank per garantirne la originalità.

3.4.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.3.4.1: Output dell'attività sulla linea 1: Report alla fine del primo anno di progetto su: *Setting e disegno sperimentale applicato ai sistemi colturali estensivi individuati*"

D.3.4.2: Output dell'attività sulla linea 2: Report all'inizio del secondo anno su "*Setting e disegno sperimentale della prova su fragola nel biennio successivo del progetto*"

D.3.4.3: Output dell'attività sulla linea 3 Report all'inizio del secondo anno su "*Setting e disegno sperimentale della prova su in biologico*".

D.3.4.4 Output dell'attività sulla linea 1: Pubblicazioni su "Impiego sostenibile di biodigestati e loro potenzialità nell'incremento di fertilità biologica su colture estensive" per la fine del primo semestre del 4° anno.

D.3.4.5 Output dell'attività sulla linea 2: Pubblicazioni nel primo semestre del 5° anno "programma di arricchimento dei suoli con digestati da residui organici urbani su colture ad alto reddito (fragola) in ambienti montani".

D.3.4.6 Output dell'attività sulla linea 1 e 2 entro il 5°anno di progetto: possibilità di incremento di biodiversità microbica e componenti biologiche utili in suoli agricoli con digestati ottenuti secondo i principi del sistema HACCP. Titolo del deliverable "Potenzialità dei sottoprodotti come ammendanti specifici nella conversione dei suoli a biologico"

D.3.4.7 Output della linea 3 entro il 5°anno di progetto. "Individuazione della componenti di fertilità biologica (*plant growth promotion* e altre) ottenute con digestati nei suoli in conversione a biologico" con riferimento a digestati da impianti di biogas con caratteristiche richieste da regolamento per agricoltura biologica della Commissione Europea (All. 1, Commission Regulation (EC) No 889/2008 of 5 September 2008).

D.3.4.8 Output di tutta la task alla fine del 3° e 5° anno di progetto: divulgazione report su sito web del progetto.

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

		Attività	Deliverable
Quadri tematici	1		
	2		
	3		

4	Linea 1, attività 1	D.3.4.1
5	Linea 2 attività 1	D.3.4.2:
6	Linea 3, attività 1	D.3.4.3:
7		
8		
9	Tutte le attività	D.3.4.8 (update I)
10		
11		
12	Linea 1, attività 2	D.3.4.4
13	Linea , .att. 2 - Linea 3 att. 2	D.3.4.5 e D.3.4.7
14	Linea 1 e 2 attività 2	D.3.4.6
15	Tutte le attività	D.3.4.8 (update II))

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

I risultati attesi nella Linea 1:

- Variazioni qualitativa e quantitativa a livello di rizosfera in cereali, rispetto a gestione convenzionale, delle comunità microbiche indotte da ammendamenti con digestati residui di impianti per biogas;
- Individuazione delle componenti biotiche coinvolte nella risposta produttiva di cereali osservato nei suoli ammendati con digestati da impianti di biogas;
- Impatto dell'origine dei digestati e mediazione dell'ambiente sulla risposta delle comunità microbiche telluriche a livello di rizosfera in cereali.

I risultati attesi nella Linea 2:

- Indicazioni su dosi e modalità di ammendamento con digestati per il recupero di sanità e fertilità biologica in fragoletti affetti da declino produttivo;
- Vantaggi o svantaggi sulla possibilità di utilizzo di digestati da biogas in orticoltura di ambiente montano con particolare riferimento a fragola;
- Individuazione delle componenti biotiche positive e negative nei fragoletti ammendati con digestati per la messa punto di un management orientato all'incremento della *soil suppressiveness*.

I risultati attesi della Linea 3:

- Quantificazione dell'efficacia di biodigestati nella conversione da convenzionale a biologico in termini di parametri produttivi);
- Identificazione delle popolazioni microbiche con impatto positivo sulla crescita e qualità delle colture che possono essere incrementate con i digestati da produzione di biogas.

Ricadute e benefici

L'effetto dell'applicazione ai suoli di digestati da impianti per biogas che utilizzano prevalentemente masse vegetali si sta in pratica rivelando avere effetto positivo sulla fertilità dei suoli agrari simile a quello ottenuto in passato con letame. Questo diventa particolarmente interessante nei sistemi produttivi attuali che concentrano le attività agricole in settori specializzati, in cui costanti apporti di letame e le connesse problematiche di limiti di nitrati ormai si verificano solo in aree specifiche nelle province di Lodi, Piacenza, Parma Reggio Emilia e parte di Modena. Il piano di sfruttamento dei risultati parte da quest'osservazione e dal fatto che gli impianti di produzione di biogas sono comunque strettamente legati al territorio sia per l'approvvigionamento delle masse vegetali e di altri composti che entrano nel fermentatore, sia per lo smaltimento dei digestati finali. Il task 3.C.1 mira a risultati che permetteranno di migliorare le pratiche di ammendamento con masse organiche digestate da produzione di biogas e valorizzarne l'effetto

positivo sulle componenti microbiche utili dei suoli le quali possono incrementare l'accrescimento delle colture e migliorare la sanità dei sistemi colturali.

Questo apre una prospettiva di diversificazione nell'utilizzo dei suoli nel circuito di smaltimento degli impianti per biogas con l'inserimento periodico di colture ad alto reddito e con l'aumento di appezzamenti a biologico senza gli sforzi di investimento in ammendanti organici e bio-prodotti quasi sempre necessari per una conversione efficace e per il mantenimento di un'alta fertilità biologica. Con questi fini, l'attività proposta per sfruttamento e divulgazione è la seguente:

- Ampliamento delle superfici in biologico nelle aree limitrofe agli impianti per la produzione di biogas;
- Diversificazione delle produzioni agricole in aree che ad oggi sono prevalentemente soggette a produzioni estensive;
- Creazione di filiere virtuose per produzioni alimentari (cereali e soia, fragola) che potranno essere commercializzate come *eco-friendly products*;
- Creare un interesse commerciale per i digestati degli impianti "vitruosi" per produzione di biogas;
- Aumento dell'interesse per le produzioni di qualità (biologiche oppure orticole, frutticole in regime di produzione integrata) verso i digestati da impianti per biogas in conformità alle procedure di autocontrollo HACCP e alle disposizioni comunitarie.

3.4.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

- Workshops con operatori del settore sia privati che pubblici, sulla esperienza in corso, per presentare i risultati e indicare le potenzialità come ammendanti dei digestati di qualità
- pubblicazioni scientifiche in modo tale che ciò che viene divulgato abbia una base solida
- pubblicazioni tecniche a livello regionale e nazionale che seguono le pubblicazioni scientifiche.

3.4.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 3.4.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 3.4.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 3.5: Valutazione dell'efficacia agronomica dei digestati anaerobici e loro valorizzazione per l'uso agricolo

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

La tecnologia della digestione anaerobica dei residui organici si basa sull'azione di diversi gruppi di microrganismi che, trasformando la sostanza organica, portano alla produzione finale di una fonte rinnovabile di energia. L'efficienza energetica del sistema varia a secondo del tipo di sostanza organica digerita e delle condizioni di processo. Il materiale biodigestato prodotto non va inteso come rifiuto ma rappresenta una preziosa risorsa la cui valorizzazione è importante ai fini della redditività della filiera agricola.

Parte degli attuali problemi ambientali legati alla destinazione impropria dei rifiuti organici, deriva dalla mancata chiusura del ciclo naturale degli elementi con il conseguente impoverimento del suolo in elementi nutritivi e sostanza organica. Va ricordato inoltre che i canoni della gestione sostenibile delle risorse devono necessariamente prevedere il riciclo dei materiali di scarto.

L'utilizzazione agronomica dei biodigestati è di particolare interesse per il ritorno al suolo di biomasse e scarti che dal suolo hanno avuto origine primaria e chiudere così il ciclo degli elementi nutritivi.

La digestione anaerobica dei reflui zootecnici ha il duplice scopo di ottenere biogas e di migliorare le caratteristiche dei liquami per una migliore gestione dell'azoto. Ai reflui zootecnici spesso possono essere aggiunte biomasse vegetali provenienti da colture dedicate o materiale vegetale di scarto allo scopo di ottimizzare la resa energetica ed economica degli impianti. La stabilizzazione dei reflui zootecnici è particolarmente interessante anche dal punto di vista della tutela delle acque nei confronti della lisciviazione dei nitrati e della conseguente eutrofizzazione. A seguito del recepimento della Direttiva Nitrati, infatti, le quantità di azoto applicabili al suolo sono significativamente ridotte, con il conseguente aggravio dei costi per il trattamento dei reflui a carico dell'impresa zootecnica.

Dal punto di vista ambientale l'impiego del biodigesto potrebbe avere numerosi effetti positive, quali la conservazione dell'energia, il mantenimento della biodiversità, il corretto funzionamento dei cicli degli elementi nutritivi, la protezione e la decontaminazione dell'ambiente. Il biodigesto è un materiale dalle ottime potenzialità fertilizzanti, in grado di fornire un significativo apporto di elementi minerali e potrebbe rappresentare un potenziale ammendante utile al mantenimento della fertilità, anche per l'azione che svolge la sostanza organica nel migliorare le proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo. A tale riguardo è importante tenere in debita considerazione il problema della perdita di sostanza organica dal suolo che si è registrato negli ultimi decenni a causa dall'intensificazione delle pratiche agricole. La diminuzione del contenuto di sostanza organica è uno dei principali fattori che portano all'instaurarsi di processi che favoriscono la degradazione del suolo come l'erosione, la salinizzazione, la desertificazione, la compattazione, la deficienza di elementi nutritivi e la perdita in diversità microbica.

La separazione solido/liquido, cui è generalmente sottoposto il liquame digerito (biodigesto), genera una frazione chiarificata che contiene un'alta percentuale di azoto minerale in forma ammoniacale ed una frazione solida con un'elevata percentuale di sostanza organica parzialmente stabilizzata. La frazione chiarificata potrebbe essere usata per fertilizzare le colture, in luogo dei concimi di sintesi, avendo un alto coefficiente d'efficienza. La frazione solida, contenente sostanza organica già parzialmente stabilizzata, potrebbe essere ulteriormente stabilizzata in modo da ottenere un ammendante a composizione certa e costante in cui l'azoto è legato alla componente organica e quindi a lento rilascio. È possibile ottenere una buona costanza della composizione dei materiali in uscita intervenendo sull'effluente in entrata al trattamento e regolando i parametri di processo. Di

particolare interesse economico potrebbe essere l'individuazione e la produzione di innovativi formulati fertilizzanti le cui componenti derivino dai biodigestati.

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

Task leader:

Anna Benedetti - UO CREA-RPS, nata a Roma il 18 maggio 1956 ed ivi residente, è laureata in Scienze Biologiche e presta la sua attività di servizio presso il CREA-RPS (ex Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante di Roma) con la qualifica di Dirigente di Ricerca. Dal 2 gennaio 2013 riveste il ruolo di Direttore del Centro, dal 13 luglio 2009 ha rivestito il ruolo di Direttore Incaricato del Centro, prima ancora di Direttore di Sezione Ordinario della Sezione Operativa Centrale di Nutrizione Azotata e Microbiologia del Terreno. Svolge attività di ricerca nei campi di interesse attinenti alle relazioni agricoltura-ambiente, ai rapporti tra suolo e cambiamenti climatici, diversità biologica e lotta alla desertificazione, alla nutrizione delle colture e qualità delle produzioni agricole e forestali, ai fertilizzanti ed alla fertilizzazione, alle biotecnologie del suolo, all'agricoltura sostenibile.

Ha pubblicato più di 400 lavori tra scientifici e tecnici e coordinato oltre 50 progetti di ricerca in ambito sia nazionale che internazionale.

Vice Presidente nel Consiglio direttivo della Società Italiana della Scienza del Suolo (SISS), Coordinatore dell'Osservatorio Nazionale per i Fertilizzanti della SISS, è stata dal 1997 al 2003 chairperson dell'Azione Cost 831. Partecipa in qualità di esperto o delegato nazionale a numerosi gruppi di lavoro, commissioni tecniche e comitati presso organizzazioni sia internazionali che nazionali. In particolare è esperto della Commissione Tecnico-Consultiva per i Fertilizzanti (D.L. 75/2010) e della Commissione Interministeriale Biotecnologie Vegetali (DIs 224/2003).

Partecipanti:

Maria Teresa Dell'Abate - UO CREA-RPS, laurea in chimica ed abilitazione alla professione di chimico, Primo Ricercatore del CREA-RPS, nel ruolo degli sperimentatori dell'ex Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante dal 1989. Tematiche di ricerca principali nell'ambito delle relazioni agricoltura-ambiente: biochimica e fertilità del suolo e relativi indicatori di qualità del suolo; valutazione agronomica di fertilizzanti organici e minerali e di biomasse di recupero; sviluppo di metodi di analisi termica applicati a suolo e biomasse; applicazioni NMR al comparto agroalimentare e agroambientale.

Autore di oltre 130 lavori scientifici e tecnici ed un brevetto, tutor di dottorato e di assegni di ricerca triennali, referee di riviste internazionali, responsabile di unità operative e co-responsabile di progetti nazionali. Membro del consiglio direttivo della Società Italiana Scienza del Suolo (2015-2016), già presidente della IV Commissione Fertilità del Suolo e Nutrizione delle Piante (2009-2014) e segretario della stessa (2000-2008).

Ha partecipato quale esperto ai seguenti gruppi di lavoro internazionali: EIP-Focus Group Soil organic matter content in the Mediterranean region, DG-AGRI, 2014; Working Group Research EU Soil Thematic Strategy, 2004; esperto/delegato italiano del CEE/ICP Forest Foliar Expert Panel (1993-1999).

Simona Rinaldi - UO CREA-RPS, Laureata in Scienze Biologiche, Ricercatore presso il Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'economia agraria, Centro di Ricerca per lo Studio delle Relazioni tra Pianta e Suolo (CREA-RPS), svolge attività di ricerca sugli aspetti nutrizionali della pianta, assorbimento degli elementi nutritivi, efficienza d'uso dei nutrienti e valutazione delle proprietà fertilizzanti/biostimolanti di prodotti innovativi di diversa origine.

Barbara Felici - UO CREA-RPS, è un tecnico di laboratorio che lavora presso il CREA-RPS dal 1993. Ha un diploma di Perito Agrario (1990) ed uno di Perito Chimico (2007).

Durante i primi 13 anni si è occupata principalmente di progetti di ricerca relativi alla nutrizione fosfatica nelle piante, impatto delle biomasse di risulta in relazione all'inquinamento da metalli pesanti, fertilità del suolo e nutrizione delle piante.

Dal 2005 al 2008 ha lavorato presso l'attuale CREA-NUT dove ha sviluppato nuove competenze in biologia molecolare, propagazione in vitro e biotecnologie vegetali.

Dal 2009 si occupa principalmente di biochimica e microbiologia del suolo, è co-responsabile dei laboratori di "biochimica ed enzimologia del suolo" e "microbiologia e biologia molecolare del suolo". È co-autrice oltre 60 pubblicazioni scientifiche, incluse presentazioni a convegni e monografie.

Pubblicazioni

- Corte L, Dell'Abate MT, Magini A, Migliore M, Felici B, Roscini L, Sardella R, Tancini B, Emiliani C, Cardinali G, Benedetti A, 2013. Assessment of safety and efficiency of nitrogen organic fertilizers from animal-based protein hydrolysates-a laboratory multidisciplinary approach. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(2), 235-245.
- Florio A, Clark IM, Hirsch PR, Jhurrea D, Benedetti A, 2014. Effects of the nitrification inhibitor 3,4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP) on abundance and activity of ammonia oxidizers in soil. *Biol Fertil Soils*, 50, 795-807.
- Maienza A, Bååth E, Stazi SR, Benedetti A, Grego S, Dell'Abate MT, 2014. Microbial dynamics after adding bovine manure effluent together with a nitrification inhibitor (3,4 DMPP) in a microcosm experiment. *Biology and Fertility of Soils*, 50(6), 869-877.
- Migliore M, Felici B, Benedetti A, Florio A, 2013. Proposal of bioassays as a tool for screening biostimulant properties of protein hydrolysates from animal waste materials. *I World Congress on the Use of Biostimulants in Agriculture. Acta Horticulturae*, 1009, 235-240.
- Trinchera A, Baratella V, Rinaldi S, Renzaglia M, Marcucci A, Rea E, 2014. Greenhouse lettuce: assessing nutrient use efficiency of digested livestock manure as organic N-fertilizer. *Acta Hort.*, 1041, 63-69.

Collaborazioni esterne:

- Convenzione "Biodigestati" con Assofertilizzanti-Federchimica per lo studio inerente la caratterizzazione ed il comportamento agronomico di diverse tipologie di biodigestati (attualmente in corso).
- Convenzione con SCAM S.p.A dal titolo "Valutazione dell'effetto di concimazioni organo-minerali sulle popolazioni microbiche di un suolo gestito a vigneto" (SCAM-VITE).

Altresì sono state ricevute espressioni di interesse anche da parte di due aziende:

SCAM S.p.A.: si impegna a formulare e fornire fertilizzanti organo-minerali a base di biodigestati; Consorzio Italiano Biogas e Gassificazione (CIB) situato a Lodi (LO): si rende disponibile a individuare matrici innovative da impiegare in coformulati nel biodigestore.

3.5.3 Obiettivi della task

L'obiettivo principale consisterà nella valutazione, in prove di laboratorio ed in vaso, dell'efficacia agronomica di biodigestati ottenuti da diverse materie prime di origine zootecnica addizionate o meno con altre biomasse organiche.

Verranno altresì individuati i migliori materiali di partenza e percorsi tecnologici che consentano di ottenere biodigestati standardizzati di buona qualità per l'uso agricolo.

Ulteriore obiettivo della presente ricerca riguarderà la valorizzazione del digestato anaerobico attraverso l'analisi di eventuali proprietà biostimolanti sulla crescita della pianta e l'individuazione di molecole bioattive.

L'obiettivo finale è quello di individuare biodigestati potenzialmente utilizzabili per la formulazione di preparati commerciali per uso agronomico.

Obiettivi specifici della presente ricerca saranno:

- caratterizzazione delle principali tipologie di biodigestati attualmente prodotti dagli allevamenti italiani;
- valutazione del comportamento agronomico dei biodigestati individuati a confronto con fertilizzanti minerali convenzionali;
- studio dell'efficienza di utilizzo dell'azoto e dell'additivazione di inibitori della nitrificazione;
- studio degli effetti del digestato sui microrganismi del suolo ed in particolare sulla diversità ed attività dei microrganismi ammonio-ossidanti;
- determinazione della presenza di attività biostimolante nei biodigestati ed individuazione di molecole bioattive.

3.5.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

L'attività sarà articolata in 3 linee come indicato in seguito.

Linea 1: Individuazione dei campioni e caratterizzazione chimico-fisica

L'attività del primo anno prevederà l'individuazione ed il campionamento di biodigestati ottenuti da diversi materiali di scarto di origine zootecnica addizionati o meno con colture da bioenergia ed attualmente maggiormente prodotti dagli allevamenti italiani.

Al fine di meglio coprire tutte le diverse tipologie di biodigestato, la scelta potrà ricadere sulle seguenti tipologie di biodigestato:

- 1) Digestato agricolo suino + Energy crops tal quale,
- 2) Digestato agricolo suino + Energy crops separato solido,
- 3) Digestato agricolo bovino + Energy crops tal quale,
- 4) Digestato agricolo suino essiccato.

Potranno essere presi in esame anche biodigestati prodotti dal CREA-PCM nell'ambito del presente progetto.

I digestati individuati saranno sottoposti a caratterizzazione chimico-fisica determinando i seguenti parametri: solidi totali, solidi volatili, carbonio organico totale, azoto totale, azoto organico, fosforo totale, potassio totale, metalli pesanti, pH.

Tale caratterizzazione permetterà una prima valutazione dei biodigestati in relazione all'efficienza degli impianti di provenienza ed alle materie prime impiegate.

Linea 2: Prove in microcosmo ed in vaso

Utilizzando le diverse tipologie di biodigestato analizzate, verranno allestite prove in laboratorio in microcosmo ed in vaso per effettuare una prima valutazione della loro efficacia agronomica. Si procederà così ad individuare i migliori materiali di partenza e percorsi tecnologici che consentano di ottenere biodigestati agronomicamente più efficienti.

Verrà predisposta una prova in laboratorio in microcosmo per la determinazione della nitrificazione potenziale dell'azoto presente nei biodigestati tal quali a confronto con un fertilizzante minerale convenzionale, utilizzando due suoli differenti dal punto di vista chimico-fisico ed addizionando o meno inibitori della nitrificazione.

L'applicazione di inibitori della nitrificazione, molecole che agiscono ritardando nel tempo la conversione dell'ammonio a nitrato, ha lo scopo di ridurre le perdite di azoto dal sistema suolo-pianta. Gli inibitori della nitrificazione influenzano dunque soprattutto la forma di azoto nel suolo,

inibendo il processo di nitrificazione, ovvero l'ossidazione degli ioni ammonio in ioni nitrato mediato da microrganismi del suolo (appartenenti, tra gli altri, ai generi *Nitrosomonas* e *Nitrobacter* nonché la famiglia degli archaea ammonio-ossidanti). L'azoto sarà presente prevalentemente in forma ammoniacale, quindi meno mobile rispetto al nitrato, per cui meno soggetto a perdite per lisciviazione e prontamente disponibile per la pianta, migliorandone conseguentemente l'efficienza d'uso.

Tuttavia esso è soggetto a potenziali perdite gassose sotto forma di ammoniaca: recenti prove di campo condotte su refluo bovino non trattato hanno dimostrato che l'aggiunta di un inibitore della nitrificazione può ridurre anche le emissioni di ammoniaca (Maienza et al. IJFR 2014).

La mineralizzazione potenziale dell'azoto verrà determinata seguendo il metodo biochimico di Stanford & Smith modificato da Benedetti et al. (1994): a 50g di suolo miscelato con sabbia di quarzo in rapporto 1:1 viene addizionata una quantità di N pari a 250mg/Kg. Le forme minerali in soluzione sono poi determinate mediante analizzatore automatico a flusso continuo secondo Wall et al. (1985) per l'ammonio, e secondo Kamshak et al. (1967) per i nitrati e nitriti. I valori di nitrificazione sono espressi come percentuale di azoto nitrico eluito rispetto all'azoto totale aggiunto.

Verrà valutata l'efficacia dell'inibitore della nitrificazione in relazione al biodigesto impiegato e gli effetti sui microrganismi del suolo ed in particolare sulle popolazioni di batteri ed archaea ammonio-ossidanti.

Parallelamente verrà allestita una prova in vaso impiegando un suolo essiccato all'aria e vagliato a 9 mm nella stessa quantità per tutte le tesi, evitando l'utilizzo di qualsiasi materiale possa interferire nella prova, assorbendo e/o trattenendo nutrienti ed in particolare azoto. Il suolo impiegato nella prova sarà analizzato per determinarne le caratteristiche chimico-fisiche iniziali.

Verranno addizionati i diversi biodigestati tal quali a diverse dosi ed un fertilizzante minerale convenzionale a parità di unità equivalenti di azoto fornite. Saranno previste le seguenti tesi: biodigesto dose 1, biodigesto dose 2, fertilizzante commerciale dose 1, fertilizzante commerciale dose 2, suolo non trattato come controllo. La sperimentazione in vaso avrà una durata di circa quattro mesi ed ogni tesi verrà ripetuta in triplo.

La coltura scelta per la prova sarà *Lolium perenne* caratterizzata da portamento cespitoso e tessitura piuttosto fine. Il suo ciclo biologico tende ad esaurirsi nell'arco di un anno quando l'ambiente è caratterizzato da inverni estremamente rigidi ed estati siccitose, mentre in condizioni climatiche intermedie, con inverni miti ed estati fresche ed umide, può protrarsi per alcuni anni. Il *L. perenne* è, fra tutte le microterme, la specie con minor resistenza alle basse temperature. L'adattabilità ad ombreggiamenti parziali è buona. La resistenza alla siccità è discreta in confronto ad altre microterme. Sebbene la sua adattabilità a diversi tipi di substrato ne consenta la coltivazione su suoli di differente composizione, le sue qualità sono esaltate da terreni freschi, leggermente acidi e con fertilità medio-alta.

Il materiale vegetale epigeo di ogni tesi verrà raccolto in più sfalci in tempi successivi, per seguire l'andamento temporale della produzione, e per ogni campione saranno determinati il peso fresco ed il peso secco dopo essiccamento a 65°C per 72 ore. Su ciascun campione di pianta essiccato verranno determinati i contenuti di azoto e dei macro e microelementi.

Al termine della prova, sui campioni di suolo relativi a ciascuna tesi saranno effettuate le seguenti determinazioni analitiche: grado di reazione (pH) in acqua, carbonio organico totale ed azoto totale secondo i Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo.

Inoltre verranno effettuate le seguenti rilevazioni:

- raccolta delle acque di percolazione;
- prelievi del suolo rizosferico per analisi di nitrificazione potenziale (PNA);
- prelievi di suolo rizosferico per la quantificazione e la struttura dei microrganismi (batteri e archaea) metabolicamente attivi coinvolti nell'ossidazione dell'ammonio.

I microrganismi tellurici di interesse verranno studiati mediante metodi biochimici e con tecnologie molecolari avanzate. Per la determinazione dell'abbondanza di diverse classi di microrganismi presenti nel suolo verranno impiegate tecniche molecolari basate sull'estrazione del DNA e sull'amplificazione quantitativa di specifici geni target (qPCR).

La tecnologia relativa alla PCR è largamente impiegata nella quantificazione del DNA poiché l'amplificazione della sequenza target permette una maggior sensibilità di rilevazione rispetto ad altre metodiche. In una reazione ottimizzata, la quantità target arriva quasi a raddoppiare nel corso di ciascun ciclo di amplificazione. Nella PCR quantitativa, qPCR, la quantità di prodotto amplificato è correlata all'intensità della fluorescenza tramite l'utilizzo di una molecola fluorescente reporter.

Il punto in cui è rilevato il segnale fluorescente al fine di calcolare la quantità iniziale di template, può essere sia alla fine della reazione (qPCR ad endpoint), oppure durante ogni ciclo di amplificazione (qPCR in real time). Il metodo più sensibile e riproducibile di qPCR rileva la fluorescenza a ciascun ciclo nel corso dell'amplificazione. Ciò permette una quantificazione del template basandosi sul segnale di fluorescenza durante la fase di amplificazione esponenziale. La rilevazione dell'amplificato è effettuata prima che la riduzione dei reagenti, l'accumulo degli inibitori e l'inattivazione della polimerasi abbiano iniziato ad avere effetto sull'efficienza dell'amplificazione.

Linea 3: Individuazione di proprietà biostimolanti nei biodigestati

I biodigesti ritenuti più interessanti in base alle prove effettuate (linea 2) saranno saggiati per la valutazione di possibili attività biostimolanti sulla crescita della pianta.

Sono definiti biostimolanti prodotti che, da soli o in miscela con altri fertilizzanti, contribuiscono a migliorare la crescita delle piante sfruttando diversi processi fisiologici. Efficienza e sicurezza di questi prodotti sono due requisiti importanti da valutare, come afferma l'attuale legge sui fertilizzanti.

La valutazione delle proprietà biostimolanti di ciascun campione sulla crescita della pianta avverrà mediante una serie di saggi incrociati, messi a punto e già impiegati con successo. Tale metodica prevede l'impiego di piante modello e dosi variabili del composto da saggiare, per stabilire la presenza e la natura (ormonale, nutrizionale ecc...) della stimolazione individuata rispetto al controllo. In merito a questa procedura di analisi, verranno prima effettuati dei test preliminari e sulla base dei risultati più significativi, verranno eseguiti i saggi incrociati di approfondimento. Le proprietà biostimolanti saranno caratterizzate utilizzando quattro diversi metodi analitici (test della crescita radicale, carbonio nella biomassa microbica del suolo, respirazione della biomassa microbica e prova dei micronuclei), e saranno individuate le dosi ottimali alle quali si manifestano tali proprietà biostimolanti.

Un'ulteriore caratterizzazione dei digestati potrà essere effettuata per individuare eventuali molecole bioattive di interesse per le loro attività biostimolanti e potenzialmente utilizzabili per la formulazione di preparati commerciali.

La caratterizzazione della frazione organica dei biodigesti, mediante tecniche diverse quali la termoanalisi e la spettroscopia NMR, avrà lo scopo di definire uno spettro informativo circa la potenziale composizione chimico-fisica dei materiali. Attraverso l'analisi termogravimetrica e la calorimetria a scansione differenziale (TG/DSC) verranno individuati *pool* di sostanza organica a diversa stabilità termica e ricavati i relativi indici di stabilità, a potenziale modello della degradazione in campo in relazione sia con la composizione dei materiali di partenza che con i processi tecnologici a monte della produzione del digesto. La spettroscopia NMR sulla frazione solida (CP-MAS) e semisolida (HR-MAS) fornirà indicazioni sui principali gruppi funzionali presenti (aromatici, alifatici, aminoacidi, ecc.), da riferire sia al livello di stabilizzazione (frazioni omo-simili) del biodigestato che alle matrici organiche di partenza (composizione chimica). Sulla frazione liquida verrà invece valutata la composizione della sostanza organica solubile, a basso peso

molecolare, che è un substrato nutritivo immediatamente disponibile al metabolismo microbico e vegetale.

L'analisi ¹H-NMR ad alta risoluzione consente di ottenere uno spettro complessivo delle molecole presenti all'interno del campione, fornendo una descrizione globale della composizione ed indicazioni sulla possibile presenza di molecole di interesse biologico. Tuttavia, la possibilità di ricavare un'informazione molecolare completa (ovvero identificazione e quantificazione contemporanea di tutti i metaboliti presenti nel sistema biologico in esame) attraverso l'acquisizione di spettri singoli può risultare limitata da fattori che dipendono dal campione, quali la differenza di concentrazione dei componenti maggiori e minori o la selettività del mezzo estraente. Mediante un approccio metabolomico, al contrario, l'NMR è un robusto metodo per confrontare direttamente la quantità di metaboliti selezionati (presenti in miscela) di diversi campioni, indipendentemente dalla composizione del campione. Su tale base verranno messe a punto tecniche atte a discriminare molecole d'interesse collegate all'attività biostimolante e suscettibili di ulteriore sfruttamento nella co-formulazione di fertilizzanti.

3.5.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.3.5.1 Output dell'attività sulla linea 1: Report sulla caratterizzazione dei biodigestati analizzati e proposte delle metodologie d'analisi qualificanti anche in riferimento alle legislazioni vigenti.

D.3.5.2 Output dell'attività sulla linea 2: Divulgazione sul sito web del progetto di linee guida sull'uso efficiente e sostenibile del biodigestato.

D.3.5.3 Output dell'attività sulla linea 3: Approfondimento nell'ambito delle Comunità di Pratiche (CdP) del CREA degli aspetti applicativi specifici per i biodigestati, coinvolgendo associazioni di categoria.

D.3.5.4 Output di tutta la task: Partecipazione a convegni e pubblicazione su riviste del settore, nazionali e/o internazionali, dei risultati maggiormente innovativi riguardo le proprietà fertilizzanti e biostimolanti individuate nei biodigesti.

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

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	Linea 1	
	2	Linea 1	
	3	Linea 1, Linea 2	D.3.5.1
	4	Linea 2	
	5	Linea 2, Linea 3	
	6	Linea 2, Linea 3	D.3.5.2
	7	Linea 3	
	8	Linea 3	
	9	Linea 3	
	10	Linea 3 Stesura linee guida	D.3.5.3
	11	Linea 3 Stesura linee guida	
	12	Stesura linee guida, Divulgazione	
	13	Stesura linee guida, Divulgazione	
	14	Divulgazione	D.3.5.4
	15	Divulgazione	D.3.5.4

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

Un primo risultato atteso è la caratterizzazione dei biodigesti e l'individuazione delle materie di partenza che assicurino prodotti con una migliore efficienza agronomica.

Un altro risultato interessante sarà l'individuazione di biodigesti che mostrino proprietà biostimolanti sulla crescita della pianta.

Il risultato finale atteso è avere indicazioni sulla possibile produzione di formulati fertilizzanti innovativi, utilizzando il materiale biodigestato come fonte di molecole bioattive. Tali formulati standardizzati potrebbero essere avviati alla commercializzazione con indubbi benefici economici. In tal modo i biodigestati avrebbero un notevole valore aggiunto e potrebbero essere utilizzati anche a livello industriale come fonte di prodotti ad attività fertilizzante e biostimolante.

Si avranno così notevoli benefici ambientali ed economici dovuti al recupero di effluenti zootecnici che, dopo il processo di digestione, saranno considerati non più rifiuti ma nuova risorsa in quanto utilizzabili come prodotti fertilizzanti o ammendanti.

3.5.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Il piano di sfruttamento dei risultati prevederà:

- divulgazione sul sito web del progetto di un report sulla caratterizzazione dei biodigestati analizzati con le relative metodologie d'analisi proposte e di linee guida sull'uso efficiente e sostenibile del biodigestato.
- partecipazione a congressi nazionali ed internazionali per la presentazione dei risultati intermedi e finali del progetto;
- pubblicazioni a carattere tecnico-divulgativo su riviste nazionali del settore attraverso cui divulgare i risultati più rilevanti a livello applicativo per il settore agricolo.

Per garantire una migliore diffusione dei risultati ottenuti, il progetto potrà essere presentato alle Comunità di Pratiche (CdP) del CREA nate proprio allo scopo di facilitare il trasferimento nella pratica, delle conoscenze e delle innovazioni sviluppate in ambito agricolo.

In tal modo i ricercatori e gli altri soggetti interessati avranno la possibilità di conoscere gli obiettivi e le attività del progetto e confrontarsi riguardo una tematica, quella dei biodigestati, dai molteplici aspetti applicativi.

Le Comunità di Pratiche sono gruppi d'interesse su diverse tematiche cui partecipano ricercatori, tecnici ed imprenditori che insieme analizzano le problematiche relative agli specifici contesti produttivi in cui operano. Attraverso la collaborazione e lo scambio online di informazioni ed esperienze, i membri del gruppo di pratica apprendono gli uni dagli altri, verificano l'applicabilità delle innovazioni prodotte dalla ricerca per la risoluzione di problematiche concrete, hanno la possibilità di crescere professionalmente e possono proporre nuove idee per altri approfondimenti scientifici e tecnici.

Si provvederà infine alla pubblicazione su riviste del settore, nazionali e/o internazionali, dei risultati maggiormente innovativi sulle proprietà fertilizzanti e biostimolanti individuate nei biodigesti.

Bibliografia

- Benedetti A, Alianiello F, Dell'Abate MT, 1994. A modified Stanford and Smith method for the study of the mineralization of nitrogen from organic materials. In: Neeteson JJ, Hassink J (eds) Nitrogen mineralization in agricultural soils. (AB-DLO Thema's) AB-DLO, Haren, 127-132.
- Kamshak LJ, Hannah SA, Comen JM, 1967. Automated analysis for nitrate by hydrazine reduction. Water Resour, 1, 205-216.
- Maienza A, Mughini G, Salvati L, Benedetti A, Dell'Abate MT, 2014. Assessing the influence of summer organic fertilization combined with nitrogen inhibitor on a Short Rotation Woody Crop in Mediterranean environment. International Journal of Forestry Research. Article ID 371895, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/371895>
- Wall L, Gehrke CW, Neuner JE, Lathey RD, Rexnord PR, 1975. Cereal protein nitrogen: evolution and comparison of four different methods. Assoc. Off. Anal. Chem., 58, 811-817.

3.5.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 3.5.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 3.5.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 3.6: Utilizzo del pastazzo di agrumi e di altre biomasse residuali tipiche mediterranee come matrici alternative per la produzione di biogas

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

I processi tecnologici utilizzati dall'industria agrumaria danno origine a tre prodotti principali: succo, olio essenziale e 'pastazzo' (insieme di scorze, polpe e semi). I primi due rappresentano i prodotti vendibili, mentre il terzo è un residuo di lavorazione con smaltimento attualmente normato dalla disciplina sui rifiuti. Si ritiene possibile utilizzare il pastazzo di agrumi come substrato per la fermentazione anaerobica per la produzione di biogas. In Italia è stato stimato un quantitativo annuo di agrumi trasformati pari a 1.000.000 di tonnellate (dati ISMEA, 2013). Da questi derivano circa 600.000 t/anno di pastazzo ed il costo associato allo smaltimento di ingenti quantitativi di questo refluo risulta eccessivamente oneroso per le aziende di trasformazione agrumaria che si trovano oggi a fronteggiare anche una crisi congiunturale che ha colpito l'intero comparto, dalla produzione alla commercializzazione. Il processo di lavorazione degli agrumi richiede inoltre anche notevoli quantitativi di acque di processo (lavaggio dei frutti, centrifughe, lavaggio degli impianti), che necessitano di processi di depurazione chimico-fisici e biologici.

La composizione chimica del pastazzo degli agrumi è interessante e offre ampie possibilità di utilizzazione per scopi bioenergetici. Negli ultimi anni sono state infatti proposte soluzioni biotecnologiche per la gestione dei residui agrumari, tra le quali la digestione anaerobica con produzione di biogas. Recentemente la *The Coca Cola Foundation* ha finanziato al Distretto Produttivo Agrumi di Sicilia un progetto di ricerca industriale mirato alla valutazione dello sfruttamento del pastazzo di agrumi a fini energetici tramite un impianto pilota di digestione anaerobica. Riguardo al processo di produzione di biogas, ci si occuperà di ottimizzare la composizione della biomassa in ingresso all'impianto, valutando anche l'opportunità di miscelare i residui solidi con altri scarti liquidi di lavorazione agrumaria e con altre biomasse residuali tipiche dell'area mediterranea, disponibili a breve distanza rispetto al luogo di installazione dell'impianto (sansa, cladodi di *Opuntia*). Le attività saranno incentrate sul monitoraggio dei processi di digestione anaerobica condotti nello stesso impianto pilota già realizzato.

L'Italia produce più di 3 milioni di tonnellate di olive da olio ogni anno, con una produzione di olio di oliva superiore alle 300.000 tonnellate, per una produzione concentrata prevalentemente in Calabria, Puglia, Sicilia e Campania. I metodi comunemente utilizzati per la gestione dei rifiuti solidi e liquidi dei processi di estrazione dell'olio di oliva sono lo smaltimento mediante spargimento sul suolo, i processi di stoccaggio o di trattamento allo scopo di eliminare il carico inquinante, ed infine la produzione di energia. Gli scarti del frantoio rappresentano un problema ambientale principalmente per l'elevato contenuto di composti fenolici (1-6 g/L), per il carico inquinante (COD circa 180 g/L) distribuito tra olio (2%), acque reflue olearie (53%) e sansa (45%), con proprietà antimicrobiche, batteriostatiche e antiossidanti. Proprio in virtù di queste proprietà, dovute prevalentemente a polifenoli e tocoferoli, l'interesse per i sottoprodotti del frantoio ha condotto negli ultimi anni a tecniche di filtrazione su membrana per applicazioni molto specifiche nel campo del trattamento delle acque reflue industriali. I reflui oleari possono essere frazionati con tecnologie a membrana e i loro componenti principali essere riutilizzati come ingredienti in nuovi prodotti alimentari e/o nel settore zootecnico, in quello farmaceutico e per la generazione di energia (biogas) attraverso tecniche di fermentazione anaerobica.

Opuntia ficus-indica, o ficodindia, è una pianta succulenta che può arrivare ai 5 m di altezza e che rappresenta una risorsa poiché diffusa in tutto il bacino del Mediterraneo ed in particolar modo in Sicilia, dove rappresenta un tratto caratteristico del paesaggio. La pianta è molto apprezzata per il frutto carnoso che presenta diverse colorazioni. Ha fusti modificati, di forma appiattita, i cladodi,

che vengono potati per diversi motivi legati alla resa, alla pulizia ed all'estetica della pianta. Un impianto di *Opuntia* già adulto può arrivare a produrre anche 10 tonnellate ha⁻¹ anno⁻¹ di cladodi quali residui di potatura. Appare chiaro, quindi, come anche questa mole di materiale vegetale, apparentemente di scarto, possa rappresentare una risorsa per la generazione di energia pulita. Le altre due linee della task, formulazione di nuovi fertilizzanti e prove agronomiche sul digestato, rappresentano la verifica della possibilità di chiudere utilmente i cicli biogeochimici della materia nell'utilizzo del pastazzo a fini energetici.

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

Task leader:

Simona Fabroni - UO CREA-ACM, Ph.D., ricercatore del CREA-ACM. Dal settembre 2005 svolge, presso il Centro di Ricerca per l'Agrumicoltura e le Colture Mediterranee (CREA-ACM), ricerche sulla qualità nutrizionale e salutistica dei frutti destinati al mercato del fresco, sullo sviluppo di tecnologie industriali innovative per la produzione dei derivati principali (succhi ed essenze) e sulla estrazione di sostanze ad alto valore aggiunto dai sottoprodotti dell'industria agrumaria, ponendo inoltre particolare attenzione alla valorizzazione dei frutti e dei succhi delle arance pigmentate per il loro superiore valore nutraceutico. Dal 29 novembre 2010 è stata assunta a tempo indeterminato con la qualifica di ricercatore III livello (AGR 15 – Tecnologie Alimentari) presso lo stesso Centro. È autrice di 28 pubblicazioni di cui 13 su riviste internazionali con Impact Factor. È stata inoltre relatore a numerosi congressi nazionali ed internazionali. È referee di prestigiose riviste internazionali.

Partecipanti:

Paolo Rapisarda - UO CREA-ACM, dal 20 febbraio 1989 svolge attività di ricerca presso il Centro di Ricerca per l'Agrumicoltura e le Colture Mediterranee (CREA-ACM) di Acireale (CT) occupandosi in particolare di studi sulla qualità dei frutti e dei prodotti trasformati (succhi ed essenze) e sulla valorizzazione degli scarti dell'industria di trasformazione agrumaria mediante produzione di sostanze ad alto valore aggiunto e compost di qualità. Inoltre, effettua ricerche mirate alla individuazione di nuovi "marker" per differenziare i frutti biologici da quelli convenzionali e per l'identificazione geografica d'origine delle produzioni tipiche meridionali. È autore di 120 pubblicazioni scientifiche pubblicate su riviste internazionali e nazionali. Dal 1 settembre 2014 è Direttore del CREA-ACM.

Giancarlo Rocuzzo - UO CREA-ACM, ricercatore del CREA-ACM ad Acireale (CT). Svolge attività di ricerca sulla nutrizione minerale dei fruttiferi, irrigazione deficitaria e monitoraggio degli scambi gassosi nel sistema suolo-pianta, tecniche agronomiche in agricoltura biologica, produzione ed utilizzo di ammendanti compostati. È autore di 90 pubblicazioni scientifiche e divulgative pubblicate su riviste internazionali e nazionali.

Filippo Ferlito - UO CREA-ACM, Ph.D. in produttività delle piante coltivate, ricercatore del CREA-ACM ad Acireale (CT). Svolge attività di ricerca su breeding e caratterizzazione agronomica e molecolare di specie arboree e piccoli frutti, uso di PGR ed effetto sulla qualità dei frutti, produzione ed utilizzo di substrati in vivaistica. Ha svolto attività di insegnamento su specie ornamentali legnose e Frutticoltura presso l'Università di Catania. È autore di numerose pubblicazioni scientifiche e divulgative pubblicate su riviste internazionali e nazionali.

Flora Valeria Romeo - UO CREA-ACM, Ph.D., Ricercatore del CREA-ACM dal 2010, svolge attività di ricerca che rientrano nel settore delle tecnologie e biotecnologie agroalimentari. Data l'esperienza decennale nel campo delle olive da tavola, si occupa della caratterizzazione delle

cultivar di olivo e dello studio della loro differente attitudine alla trasformazione in verde tramite fermentazione con starter microbici. Conduce studi inerenti la selezione di colture starter per il miglioramento e la standardizzazione di prodotti fermentati. Inerentemente ai vegetali fermentati, conduce studi sulle caratteristiche fenoliche della materia prima e sulle influenze reciproche che queste molecole hanno con le colture starter. Inoltre, sta avviando diverse collaborazioni con altre sedi del CREA ed in ambito universitario, per ampliare lo studio delle proprietà antimicrobiche o fago-deterrenti di estratti di origine vegetale.

Nicolina Timpanaro - UO CREA-ACM, ricercatore del CREA-ACM dal 2014. Svolge attività di ricerca e si occupa della caratterizzazione e valorizzazione di prodotti agroalimentari attraverso un approccio combinato sensoriale e strumentale contribuendo allo sviluppo ed applicazione di tecniche sensoriali basate su panel di giudici addestrati (metodi discriminativi e descrittivi). Inoltre svolge attività di ricerca sulle caratteristiche chimico-fisiche di frutti di agrumi e dei sottoprodotti dell'industria agrumaria.

Pubblicazioni

- Canali S, Di Bartolomeo E, Trinchera A, Nisini L, Tittarelli F, Intrigliolo F, Rocuzzo G, Calabretta ML, 2008. Effect of different management strategies on soil quality of citrus orchards in Southern Italy. *Soil Use and management*, 25, 34-42.
- Rapisarda P., Calabretta M.L., Romano G., Intrigliolo F., 2005. Nitrogen metabolism components as a tool to discriminate between organic and conventional citrus fruits. *Journal Agric. Food Chem.*, 53, 2664-2669.
- Intrigliolo F, Calabretta ML, Giuffrida A, Torrisi B, Rapisarda P, Tittarelli F, Anselmi M, Rocuzzo G, Trinchera A, Benedetti A, 2001. Compost dagli scarti dell'industria agrumaria. *L'informatore agrario*, 56(4), 35-39.
- Rocuzzo G, Fabroni S, Allegra M, Torrisi B, Rapisarda P, Camin F, Canali S, Intrigliolo F, 2012. Effects of Organic Fertilisation on 'Valencia latÈ Orange Bearing Trees. *Acta Hort.*, 933, 221-225.
- Trinchera A, Allegra M, Rea E, Rocuzzo G, Rinaldi S, Sequi P, Intrigliolo F, 2011. Organo-mineral fertilisers from glass-matrix and organic biomasses: a new way to release nutrients. A novel approach to fertilisation based on plant demand. *J Sci Food Agric*, 91, 2386-2393.

Collaborazioni esterne:

È prevista un accordo di programma con il Distretto Produttivo Agrumi di Sicilia e con il Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A) dell'Università degli Studi di Catania per:

- l'utilizzo dell'impianto pilota per la produzione di biogas ed il reperimento di un congruo numero di campioni di mix (ingestato) e di digestato;
- l'esecuzione di prove di distribuzione meccanica del digestato quale fertilizzante in colture arboree, in particolare agrumi;
- l'individuazione della normativa di riferimento circa il digestato come ammendante;
- la valutazione economica del digestato e della relativa distribuzione nelle colture arboree.

3.6.3 Obiettivi della task

- Caratterizzazione chimica e fisica dell'ingestato e del digestato con costituzione di un data base ed utilizzo dei dati per il feed-back all'impianto e per la prosecuzione del progetto. Ottimizzazione della composizione della biomassa in ingresso ed eventuale fermentazione con altre biomasse residuali tipiche dell'area mediterranea quali sansa e cladodi di *Opuntia*. Particolare attenzione sarà posta sulla qualità e sulla quantità del biogas prodotto, sui parametri di controllo del processo, sulle definizioni degli input giornalieri e sui tempi di ritenzione.

- Valorizzazione, attraverso la digestione anaerobica, di alcune biomasse residuali delle coltivazioni e dei processi agroalimentari tipiche dell'area mediterranea, con particolare riferimento a quelle per le quali lo smaltimento, allo stato attuale, rappresenta un problema economico e ambientale.
- Meccanizzazione della distribuzione del digestato, sia della frazione solida che di quella liquida, in colture arboree, principalmente agrumi, così da ampliare la sua possibile utilizzazione agronomica.
- Formulazione di nuovi fertilizzanti. Per la loro composizione media, le frazioni solida e liquida del digestato presentano caratteristiche simili a quelle di un concime organo-minerale, così come definito dalla norma sui fertilizzanti. Vista la natura dell'ingestato si ritiene che alcune frazioni del digestato possano prestarsi anche alla complessazione di meso o microelementi.
- Utilizzazione agronomica dei residui della digestione anaerobica. Per la valutazione delle proprietà fertilizzanti del digestato saranno realizzate prove su piante di agrumi ornamentali o su portinnesti in contenitore.
- Individuazione delle norme nazionali e regionali per l'impiego come ammendante in agricoltura del digestato; valutazione economica relativa alla disponibilità dell'imprenditore agricolo a pagare il digestato, inteso come ammendante per i suoli.

3.6.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

L'attività nella task 3.6 sarà articolata in 5 linee, di seguito specificate, che avranno come output sei deliverable.

Linea 1: saranno realizzate analisi in laboratorio delle materie prime in ingresso al processo di fermentazione anaerobica e delle varie frazioni del digestato prodotto. Questa linea è funzionale sia allo sviluppo dei mix in *feed* all'impianto, sia alle successive due linee.

Linea 2: saranno condotte prove di fermentazione anaerobica di diverse miscele di biomasse residuali tipiche mediterranee, quali pastazzo, sansa, cladodi di *Opuntia*, in funzione dei periodi della loro effettiva disponibilità, eventualmente mescolate con reflui zootecnici, residui vegetali o secondi raccolti (in rotazione alle colture tradizionali mediterranee) come la sulla e semidigestati fungenti da inoculo. Saranno variate le concentrazioni dei componenti costituenti la miscela delle biomasse avviate alla digestione anaerobica con lo scopo di massimizzare la produzione di biogas e verificare eventuali variazioni della concentrazione di metano in esso contenuta. Parallelamente saranno condotte prove di distribuzione meccanica del digestato prodotto con le prove di fermentazione anaerobica o proveniente da impianti industriali presenti nel territorio. Le prove saranno condotte principalmente in agrumeti utilizzando macchine in grado di interrare il digestato, evitando la dispersione di sostanze volatili, o in maniera localizzata per evitare l'imbrattamento delle piante.

Linea 3: Per la sua composizione media, la frazione fluida del digestato presenta mediamente le caratteristiche simili a quelle di un concime organo-minerale fluido in sospensione, così come definito dalla norma sui fertilizzanti. Vista la natura dell'ingestato, si ritiene che il digestato possa prestarsi anche alla complessazione di meso o microelementi. Saranno avviate delle prove, prima in laboratorio, poi su un impianto pilota, per la formulazione di concimi organo-minerali con microelementi.

Linea 4: Inoltre la ricerca mira anche alla valutazione degli aspetti relativi all'utilizzo agronomico dei residui della digestione anaerobica. Saranno quindi predisposte delle prove agronomiche per la valutazione delle proprietà fertilizzanti del digestato in contenitore su piante di agrumi ornamentali o su portinnesto. In uno schema a blocchi randomizzati saranno valutate sia l'efficacia che la

eventuale fitotossicità delle varie frazioni del digestato. Successivamente potranno essere realizzate prove preliminari in cella climatica o in serra dei nuovi formulati eventualmente prodotti.

Linea 5: Al fine di poter stabilire se il digestato prodotto durante il processo anaerobico di trasformazione delle matrici e dei sottoprodotti agricoli, è utilizzabile come ammendante in agricoltura, risulta necessario effettuare una preliminare analisi delle normative vigenti, nazionali e regionali. Tale analisi stabilirà le reali potenzialità di impiego in agricoltura. Per quanto attiene invece alla valutazione economica relativa alla disponibilità a pagare per impiegare, in sostituzione degli ammendanti convenzionali, quello derivante dal processo di digestione anaerobica, si procederà su un campione stratificato e rappresentativo di aziende agricole (per tipologia di coltura) alla somministrazione di un questionario appositamente predisposto per valutare il processo decisionale di acquisto.

3.6.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.3.6.1: Output dell'attività sulla linea 1: report delle analisi dei sottoprodotti, presumibilmente dopo l'attività del 1° anno.

D.3.6.2 Output dell'attività sulla linea 2: report delle prove di fermentazione anaerobica e di distribuzione meccanica del digestato, disponibile alla fine del 2° anno.

D.3.6.3 Output dell'attività sulla linea 3: report delle prove di complessazione, disponibile dopo l'attività nel 2° anno.

D.3.6.4 Output dell'attività sulla linea 4: report delle prove agronomiche in contenitore, con produzione di un manoscritto da sottoporre per la pubblicazione, disponibile alla fine del progetto.

D.3.6.5 Output dell'attività sulla linea 5: report delle norme nazionali e regionali di riferimento relativo all'impiego come ammendante in agricoltura del digestato, disponibile dopo la fine del 1° anno di attività. Report relativo alla valutazione economica effettuata sulla disponibilità a pagare, presumibilmente disponibile un quadrimestre prima della fine del progetto.

D.3.6.6 Output di tutta la task: divulgazione report su sito web e funzione di trasferimento CREA (es. Agritransfer).

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

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	Monitoraggio ingestato e digestato	D.3.6.1
	2	Monitoraggio ingestato e digestato	D.3.6.1
	3	Monitoraggio ingestato e digestato	D.3.6.1
	4	Analisi della normativa di riferimento sul digestato e sui vincoli alla distribuzione; Valutazione economica; Avvio prove formulazione Avvio prova agronomica	D.3.6.5 D.3.6.5 D.3.6.3
	5	Prove formulazione Prova agronomica; Prove digestione e concimazione	D.3.6.3 D.3.6.2
	6	Prove formulazione	D.3.6.3

	7	Prova agronomica	D.3.6.3
	8	Prova agronomica	D.3.6.4
	9	Divulgazione	D.3.6.6
	10		
	11		
	12		
	13		
	14		
	15	Divulgazione	D.3.6.6

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

Linea 1 – Database su mix in ingresso alla digestione anaerobica (ottimizzazione impianto) e caratteristiche effluenti.

Linea 2 – Ottimizzazione delle concentrazioni di alcune biomasse residuali come il pastazzo e la sansa nelle diete degli impianti di digestione anaerobica e verifica della possibile distribuzione meccanica del digestato in colture arboree mediterranee.

Linea 3 – Verifica formulazione fertilizzanti ad alto valore aggiunto a partire da effluenti.

Linea 4 – Verifica dell'efficacia agronomica degli effluenti per il corretto impiego in agricoltura.

Linea 5 – Maggiore conoscenza delle possibilità di impiego del digestato in agricoltura e stima della sensibilità dell'agricoltore all'impiego di tale prodotto.

Gli ostacoli previsti sono relativi all'approvvigionamento di “materie prime” per la task. La UO è in stretto contatto con altri impianti di digestione anaerobica, potendo in tal modo sopperire al reperimento di altri materiali per realizzare le attività previste, in caso di malfunzionamento dell'impianto pilota.

3.6.8 piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

I deliverable della Task saranno oggetto di pubblicazioni divulgative.

Si intende organizzare presso la UO un incontro divulgativo sull'oggetto delle attività nelle fasi conclusive del progetto.

Nell'ambito dell'accordo di programma con il Distretto Produttivo Agrumi di Sicilia e con il D3A dell'Università di Catania verranno attivate delle sinergie per il trasferimento e la divulgazione dei risultati.

3.6.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 3.6.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 3.6.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

WP4: Bioraffinerie integrate in cicli produttivi agroalimentari (WP leader: CREA-ING POCHI D.)

4.1 Descrizione WP

Nella progettazione del presente WP si è tenuta in considerazione la Direttiva 2009/28/UE (Renewable Energy Directive - RED) in cui si indica (art. 17) che i biocarburanti e i bioliquidi devono contribuire alla riduzione delle emissioni di gas serra di almeno il 35% rispetto ai carburanti fossili di riferimento fino ad una riduzione del 60% a partire dal 2018. Tali carburanti non devono essere prodotti a partire da terreni a elevata biodiversità o ad elevato stock di carbonio, cioè dovranno ridurre i cosiddetti effetti *Indirect Land Use Change* (ILUC) introducendo un ulteriore criterio di sostenibilità rispetto a quello di non concorrenza con la produzione di alimenti.

In considerazione dei positivi risultati ottenuti in questi ultimi anni dalle filiere agroenergetiche, il piano strategico del MiPAAF per l'innovazione e la ricerca nel settore agricolo, alimentare e forestale 2014-2020, presentato nel luglio scorso, tra le esigenze di innovazione ha previsto lo sviluppo di bioraffinerie per la produzione di composti chimici, materiali e/o biocarburanti (AREA 5 del piano strategico). A livello comunitario, la Commissione Europea (lead market initiative 2011) aveva già inserito il settore dei bioprodotto e delle energie rinnovabili tra i sei mercati maggiormente innovativi e da promuovere nel prossimo futuro. Questi input sono destinati a generare ulteriore interesse e sviluppo di nuovi sistemi di bioraffineria, settore nel quale il sistema produttivo Italiano vanta già oggi numerose esperienze innovative sul territorio.

In quest'ottica, il WP4 si pone l'obiettivo di studiare, sperimentare e sviluppare alcune soluzioni di processo (smart-technologies) originali ed innovative per la produzione di bio-based e di valutare i prodotti da colture oleaginose non alimentari che le rendono idonee all'autoproduzione aziendale di biocarburanti. Saranno anche prodotti lubrificanti e/o fluidi oleodinamici, utilizzabili in sistemi con specifiche proprietà tribologiche, alternativi ai lubrificanti tradizionali nei trattori ed in altri utilizzi agricoli.

Tale obiettivo sarà perseguito attraverso varie attività. Una task si occuperà dell'idrolisi enzimatica a basso tenore di azoto e di inibitori da biomassa lignocellulosica per la filiera del biodiesel di II generazione. L'attività prevede la verifica della possibilità di produrre *Single Cell Oils* (SCO) da biomasse lignocellulosiche opportunamente pretrattate e idrolizzate. Gli obiettivi specifici riguardano: la messa a punto di protocolli di pretrattamento e idrolisi di biomasse lignocellulosiche, per l'ottenimento di idrolizzati a basso tenore di azoto e di inibitori e la verifica dell'idoneità degli idrolizzati per la produzione di SCO attraverso valutazione delle rese in olio con MO selezionati (funghi e lieviti).

Anche la seconda task si occuperà della produzione di SCO utilizzabili per produrre biodiesel e biolubrificanti, con l'obiettivo di individuare i ceppi microbici e le condizioni tecnologiche ottimali di conduzione del processo fermentativo finalizzato a produrre olio da biomasse microbiche cresciute su effluenti dell'agroindustria come substrati di crescita, finalizzando in particolare la ricerca all'ottenimento di oli con le specifiche caratteristiche qualitative richieste per l'utilizzo come lubrificanti o combustibili. Si intende in tal modo perseguire il massimo valore aggiunto possibile dal processo e fornire una nuova tecnologia che, inserita in filiere agroalimentari ed agroindustriali, utilizzandone i reflui di origine ad un nuovo co-prodotto.

Le altre due attività, propedeutiche fra loro, riguarderanno la valutazione dell'idoneità di prodotti da colture oleaginose non alimentari all'autoproduzione aziendale di biocarburanti e/o lubrificanti. Saranno anche oli lubrificanti e/o oleodinamici dotati di specifiche proprietà tribologiche che li rendano alternativi ai lubrificanti tradizionali impiegati in trattori ed in altre macchine agricole. La sostenibilità economica e ambientale delle nuove filiere sarà supportata anche da studi per la valorizzazione a livello aziendale dell'intera biomassa non oleosa ed in particolare dei pannelli residui di disoleazione e dei residui colturali. L'azione del CREA-ING consisterà in una

sperimentazione di oli a base vegetale avente lo scopo di verificarne l' idoneità ad essere utilizzati in macchine e attrezzature agricole senza pregiudicarne la funzionalità e l' integrità, migliorando l' impatto dell' attività agricola sull' ambiente. L' attività è basata sulla valutazione comparativa delle prestazioni di oli a base vegetale per trasmissioni e/o impianti oleodinamici e dei corrispondenti prodotti tradizionali (minerali e di sintesi). Lo studio si articolerà nella messa a punto di un banco prova e di una metodologia di prova per l' esecuzione di test specifici per valutare che ciascun biolubrificante possieda caratteristiche equivalenti ai lubrificanti tradizionali, sia all' inizio della sua vita (da nuovo), sia dopo periodi di utilizzo in condizioni gravose di lavoro, onde verificare che le proprietà lubrificanti si conservino nel tempo.

La valutazione di filiera, in particolare riguardo la biodiversità e i cambiamenti climatici, risulta ampiamente considerata in 5 delle 6 aree strategiche presentate dal piano MiPAAF 2014-2020 e in questo contesto il progetto andrà a valorizzare le implicazioni ambientali che potranno derivare dall' implementazione dei nuovi processi e la valorizzazione dei prodotti proposti, in confronto alle filiere convenzionali per la produzione di energia rinnovabile e bioprodotto. Tale obiettivo sarà perseguito attraverso uno stretto contatto di alcune aziende leader del mercato della chimica verde che parteciperanno al progetto valutando alcuni dei materiali che saranno definiti al fine di focalizzare le attività su prodotti di origine vegetale che possano essere applicati nel breve periodo come alternativa da bioraffineria ai prodotti convenzionali a base fossile, ed in grado di coniugare i due aspetti fondamentali di Salute dell' uomo e Salute dell' ambiente.

WP leader:

Daniele Pochi - UO CREA-ING, (vedi Paragrafo 1.8, pag. 21).

4.2 Articolazione WP

WP4: Bioraffinerie integrate in cicli produttivi agroalimentari (WP leader: CREA-ING POCHI D.)

Task 4.1: Idrolizzati enzimatici a basso tenore di azoto e di inibitori da biomassa lignocellulosica per la filiera del biodiesel di II generazione (Task Leader Stefania Galletti – UO CREA-CIN)

Task 4.2: SCO (Single Cell Oils) da scarti agroalimentari per biodiesel e biolubrificanti (Task Leader Laura Bardi – UO CREA-RPS)

Task 4.3: Valutazione di colture oleaginose non alimentari per l' autoproduzione di biocarburanti e/o lubrificanti nei trattori ed in altri utilizzi agricoli (Task leader: Luca Lazzeri – CREA-CIN)

Task 4.4 Valutazione sperimentale dell' attitudine di oli "bio-based" all' utilizzo sulle macchine agricole per ridurre l' impatto dei lubrificanti sull' ambiente (Task leader: Daniele Pochi – CREA-ING)

Task 4.1: Idrolizzati enzimatici a basso tenore di azoto e di inibitori da biomassa lignocellulosica per la filiera del biodiesel di II generazione

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

Il piano strategico del MiPAAF per l'innovazione e la ricerca nel settore agricolo, alimentare e forestale 2014 -2020 prevede lo sviluppo di tecnologie per l'ottenimento di biocarburanti di nuova generazione. Tra questi rientra il biodiesel di II generazione ottenibile da lignocellulosa, per fermentazione microbica degli idrolizzati. La ricerca in questo settore è in forte crescita anche in considerazione degli obiettivi dell'UE ed in Italia è in fase di ricerca pre-industriale presso ENI. L'interesse nasce dal fatto che la produzione di biodiesel di I generazione, ottenuto per transesterificazione alcalina dei trigliceridi di origine vegetale o animale, comporta alcune criticità, tra cui difficoltà di approvvigionamento su grande scala e conflitto "food vs energy", nel caso di utilizzo di oli alimentari. In alternativa è stato proposto l'uso di olio microbico o "single cell oil" (SCO) ottenibile da microrganismi oleaginosi (MO) (lieviti, funghi, microalghe), che accumulano lipidi (15-70% della biomassa) con composizione simile a quella degli oli vegetali. I vantaggi consistono nella brevità del ciclo produttivo, minore impatto della stagionalità e del clima, possibilità di portare facilmente su scala industriale il processo, alta efficienza, annullamento del conflitto "food vs energy". L'accumulo di lipidi nei MO avviene tipicamente durante la crescita metabolica secondaria, in condizioni limitanti per l'azoto e in presenza di un'elevata quantità di zuccheri¹. I MO sono inoltre in grado di utilizzare fonti di carbonio di diversa natura chimica (glicerolo, esosi, pentosi) provenienti da scarti agroindustriali o da residui agricoli lignocellulosici, previamente idrolizzati a zuccheri semplici, analogamente alla filiera del bioetanolo di II generazione. L'ottenimento di biodiesel da lignocellulosa richiede 1) un pretrattamento per esporre l'olocellulosa; 2) la conversione dell'olocellulosa in zuccheri fermentescibili; 3) la conversione degli zuccheri in lipidi da parte di microrganismi oleaginosi (MO); 4) l'estrazione dell'olio e la trasformazione in biodiesel. Il pretrattamento ha un forte impatto sulla produzione di inibitori delle fasi successive, inoltre il rapporto C/N nel substrato di crescita influenza la capacità dei MO di accumulare lipidi, per cui potrebbe risultare vantaggioso utilizzare substrati molto poveri di azoto (Papanikolaou e Aggelis, 2011) e di inibitori. Ad esempio *Arundo donax* raccolta in autunno-inverno potrebbe rappresentare una matrice interessante per l'alta produttività e perché povera di azoto, traslocato in questo periodo nei rizomi (Nassi o Di Nasso et al., 2011). Ad oggi solo poche ricerche hanno riguardato l'ottenimento di SCO da lignocellulosa (Huang et al., 2012; Yousuf, 2012; Huang et al., 2013). Inoltre in letteratura è prevalentemente riportata la produzione di SCO da idrolizzati ottenuti con acidi concentrati, che comportano su scala industriale problemi di corrosione e formazione di inibitori, con necessità di detossificazione della biomassa prima della fermentazione (Huang et al., 2012; Di girolamo et al., 2013). Un pretrattamento opportuno di biomasse lignocellulosiche seguito da idrolisi di tipo enzimatico, anziché chimico, potrebbe risolvere le criticità sopra descritte.

Bibliografia

- Di Girolamo G, Grigatti M, Barbanti L, Angelidaki I, 2013. Effects of hydrothermal pre-treatments on giant reed (*Arundo donax*) methane yield. *Bioresour Technol*, 147, 152-159.
- Huang C, Chen X, Xiong L, Ma L, 2012. Oil production by the yeast *Trichosporon dermatis* cultured in enzymatic hydrolysates of corn cobs. *Bioresour Technol*, 110, 711-714.
- Huang C, Chen X, Xiong L, Chen X, Ma L, Chen Y, 2013. Single cell oil production from low-cost substrates: The possibility and potential of its industrialization. *Biotechnol Adv*, 31, 129-139.

- Nasso Di Nasso N, Roncucci N, Triana F, Tozzini C, Bonari E, 2011. Seasonal nutrient dynamics and biomass quality of giant reed (*Arundo donax* L.) and miscanthus (*Miscanthus x giganteus* Greef et Deuter) as energy crops. Italian J Agron, 6, 152-158.
- Papanikolaou S, Aggelis G, 2011. Lipids of oleaginous yeasts. Part II: Technology and potential applications. Eur J Lipid Sci. Technol, 113, 1052-1073.
- Yousuf A. Biodiesel from lignocellulosic biomass - prospects and challenges (2012). Waste Manag, 32, 2061-2067.

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

Task leader:

Stefania Galletti - UO CREA-CIN, è ricercatrice III livello nei ruoli del CREA dal 1998. Profilo: Laurea con lode in Scienze agrarie, indirizzo produzione vegetale (Bologna, 1989). Abilitazione all'esercizio della libera professione di dottore agronomo (Bologna, 1990). Dottorato di Ricerca in "Scienza e Tecnologia delle sementi" (Viterbo, 1996). Diploma di Master in Biostatistica (Bologna, 2006). Esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività: Ha sviluppato nel corso degli ultimi anni competenze relative all'utilizzo di enzimi e microrganismi fungini per usi agro-energetici (progetti MiPAAF "Bioenergie" e "Filiera innovative per la produzione di biocarburanti di seconda generazione da residui agricoli ed agroindustriali e colture da biomassa - BIOSEGEN"). Le attività hanno riguardato la messa a punto di biotecnologie per la produzione ed il saggio in microscala di enzimi cellulolitici fungini, e per l'idrolisi di materiali lignocellulosici (panico, arundo, miscanto). Inoltre è stato indagato il pretrattamento biologico di biomasse lignocellulosiche per mezzo di funghi lignicoli al fine di migliorarne la digestibilità enzimatica. Tali competenze saranno impiegate per studiare pretrattamenti e idrolisi delle biomasse per la produzione di oli microbici per la filiera del biodiesel da lignocellulosa. Il Centro dispone inoltre di laboratori e strumentazioni appropriate per allevare, conservare e trattare microrganismi e per effettuare trattamenti biologici, chimici, fisici, idrolisi e saggi enzimatici e di saccarificazione sui materiali lignocellulosici e relative analisi biochimiche. Inoltre sono presenti strumentazioni e competenze per l'estrazione e l'analisi dei lipidi.

Partecipanti:

Enrico Ceotto - UO CREA-CIN, (vedi Paragrafo 1.8, pag. 18).

Pubblicazioni

- Cianchetta S, Galletti S, Burzi PL, Cerato C, 2010. A Novel Microplate-Based Screening Strategy to Assess the Cellulolytic Potential of Trichoderma Strains. Biotechnology and Bioengineering, 107(3), 461-468.
- Cianchetta S, Galletti S, Bregoli L, Burzi PL, Cerato C, 2012. Microplate-based evaluation of different fungal enzyme preparations for the hydrolysis of pretreated lignocellulosic grasses. Proc XIX ISAF, pp 445-446.
- Cianchetta S, Galletti S, Burzi PL, Cerato C, 2012. Hydrolytic potential of Trichoderma sp. strains evaluated by microplate-based screening followed by switchgrass saccharification. Enzyme and Microbial Technology, 50, 304-310.
- Cianchetta S, Burzi PL, Galletti S, 2013. Metodo per la determinazione del profilo di temperatura di attività enzimatiche in microscala: il caso dell'attività xilanasica fungina. Micologia Italiana XLII, n.1-2-3:33-39.
- Cianchetta S, Di Maggio B, Vasmara C, Marchetti R, Burzi PL, Galletti S, 2014. Funghi lignicoli per il trattamento di biomasse lignocellulosiche a fini energetici. Micologia Italiana, XLIII, n. 1-2-3: 99-107.

4.1.3 Obiettivi della task

L'obiettivo generale è verificare la possibilità di produrre SCO da biomasse lignocellulosiche opportunamente pretrattate e idrolizzate.

Gli obiettivi specifici riguardano 1) la messa a punto di protocolli di pretrattamento e idrolisi di biomasse lignocellulosiche, per l'ottenimento di idrolizzati a basso tenore di azoto e di inibitori; 2) la verifica dell'idoneità degli idrolizzati per la produzione di SCO attraverso valutazione delle rese in olio con MO selezionati (funghi e lieviti).

4.1.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

La task prevede le seguenti linee di attività:

Linea 1: Saranno realizzati pretrattamenti a $t^{\circ} < 120$ °C con calce, o etanolo/acido acetico, di biomasse triturate derivanti dal progetto, in particolare *Arundo* invernale, che dovrebbe presentare un rapporto C/N favorevole alla produzione di SCO.

Linea 2: Le biomasse così pretrattate saranno sottoposte a saccarificazione con enzimi ad alta attività specifica (basso input azoto), con ottimizzazione del mix enzimatico (cellulasi, xilanas) e del pH di reazione, in modo da ottenere una matrice zuccherina idonea alla produzione di SCO. Gli zuccheri prodotti saranno quantificati per via spettrofotometrica.

Linea 3: Infine gli idrolizzati saranno convertiti in lipidi tramite fermentazione con MO selezionati (ad es. *T. fermentans*, *M. isabellina*). L'olio microbico sarà estratto e quantificato per valutare le rese. Gli esperimenti saranno condotti in confronto ad un substrato zuccherino standard.

Linea 4: I dati saranno elaborati e divulgati attraverso partecipazione a convegni e pubblicazioni scientifiche.

La fornitura e caratterizzazione delle biomasse lignocellulosiche (*Arundo*) deriverà dall'attività prevista nella task 2.B.1 (Ceotto-CREA-CIN).

Per la realizzazione delle attività si prevede l'acquisto di attrezzature tecniche (biotrituratore) per la preparazione dei campioni e informatiche (pc) per la gestione e analisi dei dati sperimentali.

4.1.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.4.1.1: Protocolli per il pretrattamento di biomasse lignocellulosiche idonei alla filiera del biodiesel da lignocellulosa.

D.4.1.2: Protocolli per l'ottenimento di idrolizzati zuccherini da biomasse lignocellulosiche idonei alla fermentazione con MO oleaginosi.

D.4.1.3: Protocolli per l'ottenimento di lipidi dai MO selezionati a partire dagli idrolizzati prodotti.

D.4.1.4: Una o più pubblicazioni scientifiche relative ai risultati ottenuti.

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

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	Linea 1	
	2	Linea 1	
	3	Linea 1	
	4	Linea 1; Linea 2	D.4.1.1
	5	Linea 2	
	6	Linea 2	

7	Linea 2	
8	Linea 2; Linea 3	D.4.1.2
9	Linea 3	
10	Linea 3	
11	Linea 3; Linea 4	
12	Linea3; Linea 4	D.4.1.3
13	Linea 4	
14	Linea 4	
15	Linea 4	D.4.1.4

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

Con l'azione ci si attende di arrivare a definire protocolli di pretrattamento e idrolisi di biomasse lignocellulosiche, per l'ottenimento di idrolizzati a basso tenore di azoto e di inibitori, idonei alla produzione di SCO. Saranno individuati anche i MO in grado di fornire le rese migliori dalle biomasse così idrolizzate.

La ricaduta dell'azione consiste nell'ottenimento di un avanzamento della ricerca nel settore del biodiesel da lignocellulosa, ancora in fase pre-industriale.

Gli ostacoli alla realizzazione dell'azione potrebbero consistere nel non ottenimento di bassi tenori di azoto negli idrolizzati, cui si potrebbe ovviare tramite utilizzo di biomasse a basso tenore di azoto in origine (es. arundo invernale), oppure tramite aggiunta di substrati a basso tenore di azoto, scelta di enzimi con maggiore attività specifica, modifiche dei protocolli di pre-trattamento. Nel caso dell'ottenimento di rese in olio non soddisfacenti, si potrà intervenire modificando le condizioni di crescita dei microrganismi, scegliendo altri microrganismi, riducendo eventuali inibitori fenolici mediante laccasi fungine o modificando i protocolli di pretrattamento.

4.1.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

I risultati saranno oggetto di divulgazione tramite presentazione a convegni di settore e pubblicazioni scientifiche.

4.1.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 4.1.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 4.1.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 4.2: SCO (Single Cell Oils) da scarti agroalimentari per biodiesel e biolubrificanti

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

La bioeconomia costituisce uno dei settori prioritari su cui si focalizza l'impegno della Comunità Europea per lo sviluppo e l'innovazione nei programmi strategici di ricerca, in particolare nell' SC 2. Food security, sustainable agriculture and forestry, marine and maritime and inland water research and the Bioeconomy: Innovative, Sustainable and Inclusive Bioeconomy (ISIB) di Horizon 2020. Lo sviluppo di nuove tecnologie nell'ambito della bioeconomia costituisce una importante opportunità per il mondo agricolo, che oggi è sempre più rivolto a nuove sfide come la produzione di nuovi materiali, di energia, di altri beni no-food anche tramite il recupero e la valorizzazione degli scarti; la bioeconomia può inoltre contribuire a migliorare l'efficienza economica e la redditività dei sistemi agricoli. A livello nazionale il Piano Strategico per l'Innovazione e la Ricerca nel Settore Agricolo, Alimentare e Forestale 2014-2020 dà ampio spazio alla bioeconomia, in particolare nell' Area 5 "Utilizzo sostenibile delle risorse biologiche a fini energetici e industriali" che prevede come obiettivo specifico lo "Sviluppo di processi sostenibili per la produzione di bioprodotti e biocombustibili attraverso schemi di bioraffinerie multiprodotto adattati alle biomasse disponibili localmente", i cui risultati attesi sono lo sviluppo dell'economia rurale, la valorizzazione di aree marginali e/o degradate e l'attivazione di nuove filiere per la valorizzazione di residui agricoli e scarti agroindustriali. La produzione di oli utilizzabili come biocombustibili o biolubrificanti mediante biotecnologie microbiche che utilizzano come substrati effluenti e scarti delle filiere agricole e agroindustriali risponde a tutte queste esigenze, ed in più contribuisce a ridurre il problema della competizione delle filiere degli oli vegetali a destinazione alimentare rispetto alle coltivazioni non-food, in quanto gli oli di origine microbica sono ottenuti in impianti industriali e pertanto non richiedono consumo di superfici agricole.

La produzione di single cell oils (SCOs), lipidi prodotti da microrganismi oleaginosi, rappresenta un'importante opportunità per le biotecnologie industriali; difatti numerosi microrganismi oleaginosi (lieviti e funghi) cresciuti su substrati zuccherini accumulano composti lipidici nella cellula quando viene esaurito un nutriente nel mezzo di crescita, usualmente l'azoto. Diversi studi sono stati condotti per valutare la possibilità di ottenere SCO da microrganismi cresciuti su substrati zuccherini quali glucosio, melasso, zuccheri di origine lignocellulosica, glicerolo, siero di latte, permeato di siero di latte, N-acetil glucosamina ed altri, in molti casi ottenendo buone rese di fermentazione grazie alle elevate produzioni di biomassa e/o di composti lipidici accumulati dalla biomassa. A titolo di esempio, sono state riportate rese di fermentazione con *Cryptococcus curvatus* pari a 20 g/l di SCO in siero di latte deproteinato e 22 g/l usando glicerolo grezzo come substrato. Sia la quantità di composti lipidici accumulati nella cellula che la composizione in acidi grassi (saturi-mono o poliinsaturi, o con catene di diversa lunghezza) possono variare in funzione della tipologia del substrato, delle condizioni fisiologiche di crescita (temperatura, disponibilità di ossigeno, pH) e del ceppo di microrganismo; per questo motivo è necessario per ogni tipo di substrato preso in considerazione individuare il microrganismo e le condizioni ottimali per massimizzare le rese ed orientare le caratteristiche qualitative dell'olio (ad es. le proprietà lubrificanti e antiossidanti). L'utilizzo di effluenti delle attività agricole ed agroindustriali come substrati di crescita costituisce un'ottima opportunità in quanto consente di ridurre i costi di processo, ma contemporaneamente impone una messa a punto specifica delle condizioni tecnologiche ottimali.

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

Presso il GR di Torino del CREA-RPS nel corso degli ultimi cinque anni sono stati condotti e coordinati progetti di ricerca finalizzati alla valorizzazione in bioraffineria di scarti e residui di filiere agricole ed agroindustriali, con l'ottenimento di fonti di energia rinnovabili, di biomasse microbiche e di biomolecole ad alto valore aggiunto. Le competenze del GR di Torino sono particolarmente sviluppate nell'ambito della microbiologia applicata a processi biotecnologici di interesse per il settore agrario; sono state svolte ricerche nell'ambito delle fermentazioni di scarti ed effluenti (scarti del settore frutticolo, siero di latte e scotta) per la produzione di bioenergie (bioetanolo, biogas) e biomolecole (bioplastiche) (Progetto Biomolener, Bando Bioenergie MiPAAF 2007; Progetto Combufrutta, PSR Regione Piemonte). In particolare sono state condotte ricerche finalizzate alla produzione di SCO da funghi filamentosi cresciuti su siero di latte misto a digestato di liquami zootecnici (Progetto VEROBIO, Bando Bioenergie MiPAAF 2007) ed alla produzione di pigmenti da biomasse microbiche cresciute utilizzando come substrato glicerolo proveniente come scarto dalla filiera del biodiesel (progetto LIEBIG, Bando Bioenergie MiPAAF 2007). Inoltre sono state condotte numerose ricerche sul metabolismo lipidico di *Saccharomyces cerevisiae*, con particolare riferimento all'effetto delle basse temperature, della disponibilità di ossigeno e della composizione del substrato sulla composizione quali/quantitativa della componente lipidica cellulare.

Il ruolo del GR di Torino come Unità Operativa del progetto consisterà nella messa a punto della tecnologie fermentative più idonee al conseguimento delle migliori rese di oli con caratteristiche specifiche di idoneità per l'uso come biolubrificanti o biocombustibili, con particolare riferimento alla valutazione di differenti microrganismi, allo studio degli aspetti fisiologici ed all'ottimizzazione dei substrati di crescita.

Task leader:

Laura Bardi - UO CREA-RPS, Laurea in Scienze Agrarie (Università di Torino 1986), Agronomo, Enologo (Ministero dell'Agricoltura L. 10/04/1991 n. 129) e Consulente Tecnico del Giudice del Tribunale di Torino. Ricercatore degli Istituti di Ricerca e Sperimentazione Agraria del Ministero dell'Agricoltura dal 1989 presso l'Istituto Sperimentale per l'Enologia (Sez. Microbiologia); Primo Ricercatore dal 1997 presso l'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante. Direttore di Sezione Incaricato della SOP di Torino del CREA-Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante dal 2004. Dirigente di Ricerca del CREA-RPS Responsabile del Gruppo di Ricerca di Torino dal 2007. Professore a contratto di Microbiologia Agroalimentare per l'Università del Piemonte Orientale (2004-06) e di Chimica delle Fermentazioni e Microbiologia Industriale per l'Università di Torino (1999-2003). Docente della Scuola di Biodiversità e Bioindicazione della Società Italiana di Scienza del Suolo (dal 2011). Ricercatore Associato presso il Dipartimento di Chimica Generale ed Organica Applicata, Università di Torino (2001-04), presso il Centro di Micologia del Suolo del Consiglio Nazionale delle Ricerche (1997-2001) e presso l'Istituto di Genetica dell'Università di Parma (1990-91). Membro del Comitato Scientifico della Piattaforma Nazionale IT-SusChem, Sez. Biotecnologie Industriali. Membro del Comitato Scientifico per la Convenzione di collaborazione fra Regione Piemonte e CREA (22.05.2007 art. 4). Membro dell'Editorial Board of the Journal of Micology (Hindawi) e peer reviewer per riviste numerose scientifiche internazionali. Membro di Società Scientifiche: Società Italiana di Microbiologia Agraria, Alimento e Ambientale (SIMTREA), Società Italiana di Scienza del Suolo (SISS), International Soil Science Society (ISSS), Società Italiana di Microbiologia Generale e Biotecnologie Microbiche (SIMGBM), Federazione Italiana Scienze della Vita (FISV), Federation of European Microbiological Societies (FEMS).

Principali linee di ricerca: Utilizzo di microrganismi per la produzione di energia da fonti rinnovabili; Valorizzazione di scarti agricoli ed agroindustriali in bioraffinerie; Bonifica di suoli ed

acque ad uso agrario contaminati da xenobioti organici mediante bioremediation e rhizoremediation; Gestione della microflora rizosferica di piante di interesse agrario in funzione della fertilità biologica e della protezione da stress abiotici; Studio della fisiologia cellulare di microrganismi eucariotici in funzione della gestione della fermentazione alcolica.

Pubblicazioni

- Bardi L, Benedetti A, 2012. L'azienda agricola del futuro è una bioraffineria sostenibile. *Terra e vita*, 29-30, 10-11.
- Cutzu R, Coi A, Rosso F, Bardi L, Ciani M, Budroni M, Zara G, Zara S, Mannazzu I, 2013. From crude glycerol to carotenoids by using a *Rhodotorula glutinis* mutant. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 29(6), 1009-1017.
- Mannazzu I, Angelozzi D, Belviso S, Budroni M, Farris GA, Goffrini P, Lodi T, Bardi L, 2008. Behaviour of *Saccharomyces cerevisiae* wine strains during adaptation to unfavourable conditions of fermentation: cell lipid composition, membrane integrity, viability and fermentative activity. *International Journal of Food Microbiology*, 121(1), 84-91.
- Zara G, Angelozzi D, Belviso S, Bardi L, Goffrini P, Lodi T, Budroni M, Mannazzu I, 2009. Oxygen is required to restore flor strain viability and lipid biosynthesis under fermentative conditions. *FEMS Yeast Res*, 9, 217-225.
- Zoppellari F, Bardi L, 2013. Production of bioethanol from effluents of the dairy industry by *Kluyveromyces marxianus*. *New Biotechnology*, 30, 607-613.

Collaborazioni esterne:

- L'Azienda Cascina Fontanacervo (Villastellone, Torino) fornirà gli effluenti necessari per le prove. Le analisi gascromatografiche delle componenti lipidiche cellulari con tipizzazione degli acidi grassi verranno effettuate presso la sede di Milano del CREA-IT.

4.2.3 Obiettivi della task

Obiettivo della ricerca è l'individuazione dei ceppi microbici e delle condizioni tecnologiche ottimali di conduzione del processo fermentativo finalizzato a produrre SCO da biomasse microbiche cresciute su effluenti dell'agroindustria come substrati di crescita, finalizzando in particolare la ricerca all'ottenimento di oli con le specifiche caratteristiche qualitative richieste per l'utilizzo come lubrificanti o combustibili. Si intende in tal modo perseguire il massimo valore aggiunto possibile dal processo e fornire una nuova tecnologia che, inserita in filiere agroalimentari ed agroindustriali, utilizzandone i reflui di origine ad un nuovo co-prodotto.

4.2.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

Linea 1: Screening di microrganismi. Verrà effettuata una selezione di ceppi di lieviti e di funghi filamentosi in funzione della massima conversione in olio del lattosio da siero di latte e scotta e di glicerolo di scarto della filiera del biodiesel. Uno screening preliminare verrà effettuato con colture in beuta di ceppi microbici (lieviti e funghi filamentosi) che verranno coltivati utilizzando come substrati siero di latte e scotta, tal quali o addizionati di glicerolo nelle condizioni fisiologiche di crescita ottimali; verranno quantificati la resa in biomassa microbica ed il contenuto lipidico cellulare. Sulla base delle maggiori rese di fermentazione ottenute verranno prescelti i ceppi microbici che verranno utilizzati nelle azioni successive.

Linea 2: Ottimizzazione del substrato e della tecnica fermentativa. La composizione di substrato ottimale verrà individuata mediante saggi di crescita in cui gli effluenti (siero di latte, scotta, glicerolo) verranno miscelati in varie proporzioni, così da bilanciare il contenuto in carboidrati con il contenuto in azoto. Difatti il rapporto C/N è normalmente minore nel siero di latte rispetto alla

scotta; inoltre l'aggiunta di glicerolo grezzo può essere modulata per innalzare in modo controllato il rapporto C/N, così da aumentare le rese in biomassa. L'eventuale efficacia dell'aggiunta di glicerolo come fonte di carbonio anche in fase stazionaria di crescita verrà presa in considerazione come tecnica per indurre l'accumulo di composti lipidici di riserva (tecnica di fermentazione "feast and famine").

Linea 3: Identificazione delle migliori condizioni fisiologiche di crescita. Sia la quantità di biomassa microbica prodotta che il contenuto lipidico cellulare sono condizionati dalle condizioni fisiologiche di crescita: temperatura, pH, disponibilità di ossigeno. Verranno effettuate prove di crescita in bioreattore così da poter controllare tali fattori:

Temperatura – La temperatura può differentemente influenzare la resa di fermentazione e la qualità del prodotto. Usualmente alte temperature inducono processi più rapidi con rese maggiori; per ciò che concerne la qualità, invece, le temperature più alte inducono una composizione lipidica con un minore indice di insaturazione degli acidi grassi, mentre le temperature più basse danno origine ad una componente lipidica più ricca in acidi grassi insaturi ed acidi grassi a breve-media catena. Per ciascun ceppo microbico prescelto verranno condotte fermentazioni alle temperature più alta e più bassa del range di termofilia specifico del microrganismo stesso, determinando le corrispettive produzioni di biomassa microbica, contenuto lipidico cellulare e composizione in acidi grassi della componente lipidica, così da individuarne le caratteristiche qualitative più idonee in finzione dell'utilizzo come biolubrificanti e/o biocombustibili.

Disponibilità di ossigeno- Le crescite in anaerobiosi conducono di norma a minori produzione di biomassa microbica; d'altro canto l'anaerobiosi può indurre una variazione del profilo in acidi grassi della componente lipidica con incremento del contenuto percentuale in acidi grassi saturi e a media catena. Verrà presa in considerazione anche questa possibilità, valutando se le rese ottenibili sono compatibili con l'esigenza di produrre oli con caratteristiche tecniche peculiari.

Linea 4: Elaborazione dei dati, stesura dell'elaborato scientifico e divulgazione.

4.2.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.4.2.1 Linea1: Output dell'Attività sulla linea 1.

Pool di ceppi microbici selezionati (da utilizzare nelle fasi successive).

D.4.2.2 Linea 2: Output dell'Attività sulla linea 2.

Definizione del formulato ottimale per l'alimentazione del processo in bioreattore.

D.4.2.3 Linea 3: Output dell'Attività sulla linea 3.

Definizione del protocollo di gestione del processo in bioreattore.

D.4.2.4 Linea 4: Output dell'Attività sulla linea 4.

Trasferimento e divulgazione dei risultati di progetto.

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

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1		
	2		
	3	Linea 1	D.4.2.1
	4		
	5		
	6	Linea 2	D.4.2.2
	7		
	8		
	9		

	10		
	11	Linea 3	D.4.2.3
	12		
	13		
	14	Linea 4	D.4.2.4
	15		

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

La produzione di biocombustibili e biolubrificanti per via biotecnologica da biomasse microbiche può contribuire a ridurre il problema del consumo di SAU per usi non-food. Inoltre con un processo di tipo industriale è più agevole, rispetto alle produzioni vegetali, modulare la qualità del prodotto, in quanto il controllo delle condizioni di processo in bioreattore consente di intervenire sulla fisiologia dei microrganismi, indirizzandola alle finalità ricercate.

La nuova tecnologia sviluppata consentirebbe inoltre di valorizzare scarti ed effluenti di altre filiere agricole ed agroindustriali, migliorando il valore aggiunto complessivo e riducendo i costi di smaltimento e l'impatto ambientale della filiera nel suo complesso.

La messa a punto di nuovi processi dà origine come indotto all'opportunità di creazione di nuove figure professionali, con conseguente creazione di manodopera e nuove imprese.

La base di screening di microrganismi potrebbe dover essere ampliata se ad una prima disamina non dovessero essere identificati ceppi con caratteristiche idonee.

4.2.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Sarà valutata la possibilità di realizzare brevetti relativamente alla tecnologia di produzione di biolubrificanti da biomasse microbiche.

I risultati di progetto verranno divulgati mediante pubblicazioni su riviste nazionali ed internazionali, scientifiche e tecniche, e mediante presentazione in congressi e seminari.

4.2.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 4.2.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 4.2.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 4.3: Valutazione di colture oleaginose non alimentari per l'autoproduzione di biocarburanti e/o lubrificanti nei trattori ed in altri utilizzi agricoli

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

Nel 2013 il mercato dei lubrificanti in Europa, basato quasi totalmente su oli di sintesi, è stato di circa 7 milioni di tonnellate e l'Italia è risultata il quinto paese utilizzatore (<http://www.fuchs-oil.de/>).

Questi oli, fossili o di sintesi, hanno l'inconveniente di essere a forte impatto ambientale, soprattutto negli impieghi nei quali si registrano gravi perdite nell'ambiente in seguito a rotture (fluidi idraulici, oli per la trasmissione), o se utilizzati totalmente a dispersione (oli in agricoltura). Pertanto, la loro sostituzione con oli derivati da colture oleaginose biodegradabili potrebbe determinare positive ricadute ambientali ed economiche. Si aprono quindi nuovi potenziali sviluppi di filiere di chimica verde da parte di aziende italiane che già attualmente operano sul mercato nazionale ed internazionale.

Allo stato attuale in Italia il settore dei bio-lubrificanti svolge un ruolo centrale nel rilancio del sito industriale di Porto Torres da parte di un gruppo di aziende private: Novamont, ENI e Versalis, prevedendo diverse utilizzazioni a partire da olio di cardo e di cartamo (*Carthamus tinctorius*). Il CREA-CIN è da tempo impegnato in studi riguardanti questa tematica, con la partecipazione a diversi progetti nazionali ed internazionali. Precedentemente a questa esperienza, infatti, nell'ambito del Progetto europeo DICRA (Diversification with CRAmbe), erano state esplorate le potenzialità dell'olio di crambe (*Crambe abyssinica*) nel settore della lipochimica e della lubrificazione (Lazzeri et al., 1994; Bondioli et al., 1998). Negli anni 2000 il Progetto Biovit (Biolubrificanti vegetali per l'industria Toscana) (Lazzeri et al., 2006) e Dulvit verificarono a livello industriale la possibilità di sostituire alcuni oli lubrificanti di origine fossile (essenzialmente della famiglia degli alchilbenzeni) con lubrificanti a base vegetale (girasole alto oleico) nella produzione dell'industria tessile, conciaria e cartaria. L'attività permise di confermare la fattibilità agricola e l'ottima sostituibilità tecnica dei prodotti, con performance qualitative analoghe o in qualche settore addirittura superiori rispetto ai prodotti convenzionali ad elevato impatto ambientale ed igienico-sanitario. Le performance di questi oli, superiori a quelle dell'olio minerale, sono state evidenziate anche da altri ricercatori (Erhan et al., 2006), sebbene, per alcuni utilizzi, si sia evidenziata la necessità di affrontare alcune problematiche specifiche, principalmente inerenti alla stabilità ossidativa dei prodotti derivati (Glancey et al., 1998; Abramović & Abram, 2005). Nell'ottica di sostituire oli fossili con oli vegetali non si può prescindere da valutazioni agronomiche delle singole colture oleaginose, né dalle caratteristiche chimico-fisiche degli oli. *Crambe abyssinica* e *Carthamus tinctorius* rappresentano piante di chiaro interesse agronomico, con buone rese a input ridotti, e composizioni in acidi grassi, rispettivamente alto contenuto in acido erucico ed oleico [7].

La scelta delle piante deve necessariamente trovare riscontro nella valutazione economica ed ambientale dell'intera filiera, che deve prevedere anche la valorizzazione dei pannelli residui di disoleazione. In particolare, la parte proteica delle farine di disoleazione potrebbe essere di grande interesse per applicazioni in agricoltura. L'azoto sequestrato a livello degli amminoacidi, infatti, è di facile assorbimento da parte delle piante ed inoltre estratti vegetali ricchi di amminoacidi liberi rientrano potenzialmente nella categoria dei Biostimolanti secondo il DL 75/2010, settore questo in grande espansione a livello comunitario (Ugolini et al., 2015).

Ricerche in queste direzioni potrebbero consentire lo sviluppo commerciale di colture oleaginose in un'ottica di bioraffineria.

Bibliografia

- Abramovič H., Abram V. 2005. Food Technol Biotech 43, 63-70.
- Akoh C.C. 1994. Journal of the American Oil Chemists' Society, 71(2), 211-216.
- Bondioli P., Folegatti L., Lazzeri L., Palmieri S. 1998. Ind Crop Prod, 7, 231-238.
- Erhan S.Z., Sharma B.K., Perez J.M. 2006. Ind Crop Prod, 24(3), 292-299.
- Glancey J.L., Knowlton S., and Benson E.R. 1998. No. 981999. SAE Technical Paper.
- Lazzeri L., Leoni O., Conte L.S., Palmieri S. 1994. Ind Crop Prod, 3, 103-112.
- Lazzeri L., Mazzoncini M., Rossi A., Balducci E., Bartolini G., Giovannelli L., Pedriali R., Petroselli R., Patalano G., Agnoletti G., Borgioli A., Croce G., D'Avino L. 2006. Ind Crop Prod, 24(3), 280-291.
- Ugolini L., Cinti S., Righetti L., Stefan A., Matteo R., D'Avino L., Lazzeri L. 2015. Ind. Crops and Prod., 75, 15-23.

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

Task leader:

Luca Lazzeri - UO CREA-CIN, ed il gruppo di bioraffineria hanno una comprovata esperienza di ricerca e sperimentazione sulle colture oleaginose e sulle potenzialità di utilizzo di oli vegetali in alternativa agli oli minerali e di sintesi in alcuni settori dei biocarburanti e della lubrificazione, maturata al Centro di ricerca per le colture industriali (CREA-CIN) di Bologna. Fin dai primi anni 90 ha svolto prove applicative di coltivazione di alcune decine di ettari di *Crambe abyssinica*, per una utilizzazione nel settore lubrificazione. Inoltre il dott. Lazzeri ha partecipato, in qualità di responsabile della fase industriale, al Progetto Biovit (Biolubrificanti vegetali per l'industria Toscana) (2003-2004) e Dulvit in cui è stata verificata a livello industriale la possibilità di sostituire alcuni oli lubrificanti di origine fossile con lubrificanti a base vegetale nell'industria tessile, conciaria e cartaria. Nel 2008 è stato responsabile di una Convenzione di Ricerca con l'azienda Novamont di Novara in cui sono state esplorate alcune utilizzazioni di oli vegetali nel ciclo di produzione di polimeri a base di amido (bioplastiche), seguendone la fase agro-tecnologica in un'ottica di bioraffineria. Più recentemente ha svolto il ruolo di responsabile della filiera energia da biomasse oleaginose nel Progetto nazionale Bioenergie e successivamente ha coordinato il progetto VALSO sulla valorizzazione dei sottoprodotti della filiera del biodiesel, entrambi finanziati dal MiPAAF.

Partecipanti:

Nerio Casadei - UO CREA-CIN, nato nel 1962, Diploma di perito agrario, laurea in scienze della produzione animale (equipollente ad agraria) in servizio come CTER tecnico prima presso l'ISCF (foraggicoltura), e dal 2006 presso il CREA-CIN di Bologna con competenze della conduzione delle prove di campo, raccolta dati e campionamenti, trattamento degli stessi fino a livello di report; ricerca bibliografica.

Susanna Cinti - UO CREA-CIN, nata nel 1959, Perito Agrario in servizio dal 1980 presso il laboratorio chimico del CREA-CIN, dal 2007 stabilizzata come Operatore tecnico. Vanta competenze nella determinazione e l'analisi dei costituenti che definiscono la qualità (olio, proteine, profilo acidi grassi, fibra, ceneri, glucosinolati) con tecniche classiche (Soxhlet, Kjeldhal, etc) e cromatografiche (HPLC e Gas Cromatografia: F.I.D. e G.M.). L'attività svolta ha riguardato anche saggi di attività enzimatica per via spettrofotometrica, la purificazione di enzimi e di sostanze naturali attraverso tecniche cromatografiche classiche (FPLC Gradifrac).

Lorena Malaguti - UO CREA-CIN, nata nel 1964, Perito Agrario in servizio nel laboratorio Chimico del CREA CIN, dal 2007 stabilizzata come Operatore tecnico. Vanta competenze nella

preparazione e la gestione di prove di campo e di laboratorio per la determinazione e l'analisi di qualità (olio, proteine, profilo acidi grassi, fibra, ceneri, glucosinolati) con tecniche classiche (Soxhlet, Kjeldhal, etc) e cromatografiche (HPLC e Gas Cromatografia: F.I.D. e G.M.), fisiche (NMR e NIRS ed elettroforesi). Ha una vasta esperienza, oltre un'ampia competenza in analisi qualitative e quantitative di biomasse oleaginose di origine diverse.

Publicazioni

- Bondioli P., Folegatti L., Lazzeri L., Palmieri S. 1998. Native *Crambe abyssinica* oil and its derivatives as renewable lubricants: an approach to improve its quality by chemical and biotechnological processes. Ind. Crops and Prod., 7, 231-238.
- De Nicola G.R., D'Avino L., Curto G., Malaguti L., Ugolini L., Cinti S., Patalano G., Lazzeri L. 2012. A new biobased liquid formulation with biofumigant and fertilising properties for drip irrigation distribution. Ind. Crops and Prod, 42, 113-118.
- Lazzeri L., Mazzoncini M., Rossi A., Balducci E., Bartolini G., Giovannelli L., Pedriali R., Petroselli R., Patalano G., Agnoletti G., Borgioli A., Croce G., D'Avino L. 2006. Biolubricants for the textile and tannery industries as an alternative to conventional mineral derived oils: an application experience in the Tuscany province. Ind. Crops and Prod., 24(3), 280-291.
- Lazzeri L., D'Avino L., Ugolini L., De Nicola G.R, Cinti S., Malaguti L., Bagatta M., Leoni O. 2010. A full biorefinery approach based on oleaginous crop cultivation. J. Biotechnol, 150 Supplement, 389.
- Ugolini L., Cinti S., Righetti L., Stefan A., Matteo R., D'Avino L., Lazzeri L. 2015. Production of an enzymatic protein hydrolyzate from defatted sunflower seed meal for potential application as a plant biostimulant. Ind. Crops and Prod, 75: 15-23.

Collaborazioni esterne:

L'UO CREA-CIN dispone di laboratori e strumentazioni appropriate per mettere in atto procedure preparative (estrazione di oli, purificazione di proteine, enzimi e metaboliti secondari) e per effettuare valutazioni chimiche e biochimiche dei materiali, quali microscopi, cappe chimiche, a flusso laminare, celle termostate, centrifughe refrigerate, sistemi cromatografici analitici (HPLC-DAD, HPLC-ELSD, GC-FID, GC-MS) e preparativi di vario tipo, spettrofotometri UV-VIS e a fluorescenza, liofilizzatori, celle per elettroforesi ed altra strumentazione minore necessaria allo svolgimento dell'attività di ricerca su scala di laboratorio.

- Innovhub – SSI – Divisione SSOG (già Stazione Sperimentale per le Industrie degli Oli e Grassi) (Struttura pubblica, consulenza onerosa) nella persona del Dott. Bondioli che ha sviluppato un'esperienza più che ventennale su tutti gli argomenti del progetto: dalla tecnologia di preparazione delle sostanze grasse, alla raffinazione, alle trasformazioni chimiche necessarie per differenziare prodotti e tipologie d'impiego, alle analisi chimiche e chimico-fisiche utili a classificare i materiali e a seguirli in prove pilota.

4.3.3 Obiettivi della task

L'obiettivo generale di questa task è la definizione e lo studio di due filiere di chimica verde basate su altrettante colture oleaginose, al fine di valutare potenziali utilizzi dell'olio e dei coprodotti (essenzialmente le farine residue di disoleazione).

Tale obiettivo generale sarà perseguito attraverso obiettivi specifici:

Obiettivo 1. Reperimento, produzione ed estrazione di semi ad alto contenuto in acido erucico (*Crambe abyssinica* Hochst), alto contenuto in acido oleico (*Carthamus tinctorius* L.).

Definizione delle principali caratteristiche tribologiche e caratterizzazione degli oli tal quali o dopo modificazioni chimiche. Gli oli di crambe e cartamo, infatti, potranno subire processi di purificazione, raffinazione e frazionamento di sostanze grasse a livello pilota e a livello di

laboratorio di idrogenazione selettiva (con procedura brevettata) degli acidi grassi con doppi e tripli legami al fine di migliorarne la stabilità ossidativa e conseguentemente le performance sia come biocarburanti che come lubrificanti/oleanti. Tali prodotti saranno valutati in diversi settori quali fluidi idraulici, oli per la trasmissione (in collaborazione con la scheda CREA-ING ed in agricoltura per la difesa e la gestione delle colture agrarie.

Obiettivo 2. Caratterizzazione e studi per la valorizzazione dei pannelli residui di disoleazione di crambe e cartamo tal quali o in seguito a semplici sistemi di frazionamento e/o separazione, per la definizione di nuovi bio-prodotti di interesse industriale o agricolo, aspetto fondamentale per i bilanci economici ed ambientali delle due filiere.

4.3.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

L'attività nella Task 4.3 sarà articolata in attività di seguito specificate, che avranno come output 3 deliverable. Un deliverable aggiuntivo riguarda l'attività trasversale di divulgazione dei risultati.

Attività 1. Reperimento e riproduzione di seme di crambe e cartamo alto oleico (AO) e disoleazione degli stessi con impianto a pressione. Filtrazione e caratterizzazione degli oli prodotti.

Modificazione degli oli di crambe e cartamo per rettificazione, additivazione o idrogenazione selettiva sugli acidi grassi con doppi e tripli legami in convenzione con Innovhub- Milano.

Il Servizio Sostanze Grasse e Derivati di Innovhub, dispone di un impianto di short path distillation di tipo continuo (portata nominale circa 1 kg/ora, per la realizzazione di purificazioni, raffinazione e frazionamento di sostanze grasse) e di un brevetto (attualmente di proprietà CNR) per l'idrogenazione selettiva delle sostanze grasse con un catalizzatore che non reagisce con i sistemi monoinsaturi. Tale brevetto potrebbe consentire negli oli modificati un innalzamento della resistenza ai processi ossidativi durante la fase di utilizzo degli stessi. Caratterizzazione delle proprietà tribologiche degli oli dopo tali modificazioni chimiche e valutazione delle loro principali caratteristiche. Fornitura al Dr. Pochi di CREA-ING degli oli con le caratteristiche adatte per specifici utilizzi per le prove previste nella sua scheda su banchi motore come fluidi idraulici e come oli per la trasmissione motore.

Valutazione degli oli per il settore agricolo nella difesa e la gestione delle colture agrarie.

Attività 2. Caratterizzazione dei pannelli proteici nell'ottica di una utilizzazione in agricoltura.

Valutazione del tenore proteico nei pannelli e dell'effetto dell'olio residuo sul processo di idrolisi.

Messa a punto di un processo enzimatico di semplice scale up basato su endo e esopeptidasi, che permetta di ottenere peptidi a catena corta e/o amminoacidi liberi a partire da farine disoleate e valutazione delle eventuali proprietà biostimolanti su piante.

Attività 3. Valorizzazione dei risultati tramite stesura di articoli scientifici, eventi di divulgazione, eventuale valutazione della possibilità di tutelare la proprietà intellettuale.

4.3.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.4.3.1: Reperimento e riproduzione di seme di crambe e cartamo, estrazione meccanica degli oli e loro caratterizzazione.

D.4.3.2: Produzione di oli modificati per rettificazione, additivazione e/o idrogenazione selettiva e fornitura di oli per prove di laboratorio, pre-pilota su banchi motori (di competenza del CREA-ING e per usi nel settore agricolo.

D.4.3.3: Prima caratterizzazione dei pannelli residui grassi di Crambe e Cartamo per un'utilizzazione in agricoltura. Definizione e valutazione di un protocollo enzimatico di idrolisi delle proteine dei pannelli residui di disoleazione attraverso biosaggi su piante in test in vitro.

D.4.3.4: Valorizzazione dei risultati tramite stesura di articoli scientifici, eventi di divulgazione, eventuale valutazione della possibilità di tutelare la proprietà intellettuale.

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

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	Attività 1 e 2	
	2	Attività 1 e 2	
	3	Attività 1 e 2	D.4.3.1
	4	Attività 1 e 2	
	5	Attività 1 e 2	
	6	Attività 1 e 2	
	7	Attività 1 e 2	D.4.3.2
	8	Attività 1 e 2	
	9	Attività 1 e 2	
	10	Attività 1	D.4.3.3
	11	Attività 1	
	12	Attività 1	
	13	Attività 3	
	14		
	15		D.4.3.4

Il quinto anno sarà dedicato alla conclusione delle attività in cui il conseguimento dei deliverable attesi fosse stato ritardato a causa di ostacoli al momento non prevedibili e all'attività di divulgazione dei risultati ottenuti.

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

La Task 4.3 (Obiettivo 1) prevede di sviluppare studi per la produzione biocarburanti e biolubrificanti da colture oleaginose dedicate per una utilizzazione nel settore agricolo. Dalle attività programmate, sarà possibile ottenere una serie di informazioni sull'uso di due oli vegetali con diverse caratteristiche tribologiche in alternativa ad oli a base fossile e ne potranno derivare ricadute positive sia nel settore agricolo che in quello industriale. Sarà inoltre possibile la definizione di nuovi utilizzi nel settore agricolo degli oli e dei coprodotti derivati. Le caratteristiche di rinnovabilità, biodegradabilità e di ipotossicità dei nuovi biolubrificanti e dei prodotti derivati sono destinate a determinare ricadute e benefici sia per l'ambiente, soprattutto nel caso di utilizzazioni a dispersione, sia per gli operatori nei luoghi di lavoro.

Non si prevedono in questa fase particolari ostacoli allo sviluppo delle attività, ma in ogni caso le precedenti esperienze nel settore del gruppo proponente e dei consulenti esterni di Innovhub, consentiranno di affrontarli con la dovuta competenza.

Per quanto riguarda la valorizzazione delle farine residue di disoleazione (Obiettivo 2), si prevede lo studio di alcune applicazioni come mezzi tecnici per l'agricoltura. In quest'ottica saranno caratterizzate le farine per un'utilizzazione come fertilizzanti e biostimolanti, in seguito ad arricchimento in peptidi a catena corta e amminoacidi liberi, tramite idrolisi enzimatica. Saranno valutati con appositi test l'effetto sia sul vigore, sia sulla resistenza agli stress delle piante trattate. Uno degli ostacoli prevedibili potrà essere la bassa resa in amminoacidi liberi e di peptidi, che si immagina potrà essere incrementata attraverso la ricerca delle combinazioni enzimatiche e chimico/fisiche ottimali come compromesso tra le caratteristiche del prodotto e un potenziale il possibile scale up industriale.

4.3.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

I risultati del progetto verranno divulgati tramite pubblicazioni ISI e partecipazioni a congressi ed eventi divulgativi a livello nazionale ed internazionale.

4.3.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 4.3.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 4.3.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 4.4: Valutazione sperimentale dell'attitudine di oli "bio-based" all'utilizzo sulle macchine agricole per ridurre l'impatto dei lubrificanti sull'ambiente

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

L'utilizzo di prodotti a base vegetale come lubrificanti o per l'azionamento di impianti oleodinamici, si sta diffondendo in Europa in molti settori produttivi per i vantaggi che da essi derivano in termini di riduzione dei rischi di tipo ambientale, con particolare riferimento a: gestione dei rifiuti delle lavorazioni industriali e dei prodotti a fine ciclo; riduzione delle emissioni di CO₂; riduzione del rischio di contaminazione delle acque (centrali idroelettriche, settore navale, irrigazione).

Lo sviluppo del settore offre nuove opportunità come: la possibilità di integrare il reddito dell'impresa agricola attraverso l'avvicendamento delle colture tradizionali con le oleaginose anche per usi industriali; la creazione di nuove professionalità e/o per la riconversione di quelle esistenti con prospettive di elevata sostenibilità.

In Germania, dove opera il più grande fornitore mondiale di lubrificanti indipendente dall'industria petrolifera, i biolubrificanti hanno già raggiunto una quota di mercato del 15%. In Italia sono in corso interessanti esperienze finalizzate a promuovere l'introduzione di prodotti a base di olio vegetale in sostituzione degli oli minerali (Seminario: "Biolubrificanti: buone pratiche ed esempi concreti", Cremonafiere, 25 febbraio 2015).

In Italia sono in corso interessanti esperienze che vedono il coinvolgimento del CREA e sono finalizzate all'introduzione di oli a base vegetale in sostituzione di oli minerali e di sintesi.

Ricordiamo il progetto di ricerca BIT3G (Bioraffineria Integrata nel Territorio di 3^a Generazione) finanziato dal MIUR e coordinato da NOVAMONT nell'ambito dei cluster tecnologici, che ha fra gli altri obiettivi, lo studio della possibilità di introdurre i lubrificanti a base vegetale (derivati da varie colture quali cartamo, cardo) in vari settori produttivi fra cui quello navale ed agricolo come lubrificanti delle trasmissioni e per il funzionamento degli impianti oleodinamici. Sono in corso importanti applicazioni sul seme di girasole "alto oleico", materia prima alla base di una nuova linea di biolubrificanti e grassi di prossima commercializzazione e destinata all'utilizzo nei mezzi agricoli.

Dal punto di vista tecnico-scientifico, in relazione allo specifico utilizzo di ciascun prodotto biolubrificante proposto, la sua introduzione nel ciclo produttivo agricolo presuppone che esso abbia caratteristiche prestazionali almeno equivalenti a quelle del lubrificante tradizionale che si propone di sostituire. In altre parole, non deve essere pregiudicata la funzionalità delle macchine in cui questo tipo di prodotti viene utilizzato. Sarà pertanto necessario stabilire una metodologia di prova che attraverso la combinazione di cicli di lavoro ed analisi chimico-fisiche consenta di valutare le loro caratteristiche e il mantenimento delle proprietà nel tempo indicando se sono affidabili.

L'impiego di prodotti a base vegetale completamente biodegradabili nella lubrificazione e nell'azionamento di impianti idraulici di macchine agricole contribuirà in modo significativo alla riduzione del rischio per l'ambiente. Oltre a quanto sopra indicato (riduzione emissioni di CO₂ ecc.), si avrà l'abbattimento/eliminazione delle dispersioni "fisiologiche" ed occulte di olio minerale nel corso delle normali operazioni agricole (es. attacco e stacco delle attrezzature ad azionamento idraulico, perdite per usura delle tenute ecc.) che possono essere quantificate attraverso i rabbocchi di olio fatti periodicamente dagli agricoltori. Tali prodotti non biodegradabili finiscono nel terreno e possono contaminare i prodotti agricoli e le acque superficiali. Dalla eliminazione deriverebbe un incremento qualitativo dei prodotti stessi.

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

Task leader:

Daniele Pochi - UO CREA-ING, (vedi Paragrafo 1.8, pag. 21).

Partecipanti:

Roberto Fanigliulo - UO CREA-ING, (vedi Task 1.1).

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

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

Alberto Assirelli - UO CREA-ING, (vedi Task 1.2).

Collaborazioni esterne:

Sono previste le seguenti collaborazioni esterne:

- “Convenzione per attività di ricerca” fra CREA-ING e Dipartimento di Ingegneria - Università degli studi di Roma TRE (linee 1, 2, 4, 5) (Prof. Giancarlo Chiatti e Ing. Fulvio Palmieri
Ambiti di ricerca: Caratterizzazione sperimentale e modellazione dettagliata dei componenti dei sistemi di iniezione; Caratterizzazione sperimentale e modellazione dettagliata di componenti oleodinamici e pneumatici. Gli esperti indicati sono in possesso di specifiche competenze in materia di oleodinamica, trasmissioni e testing di macchine indispensabili per il corretto dimensionamento componenti costitutive del prototipo, per la scelta dei modelli e per la fase realizzativa.
- “Incarico di manutenzione” alla Ditta Carlo Volpi di Monterotondo (linee 1, 2, 4, 5) - Il prototipo sarà ubicato nell'attuale sala prova trattori, integrato con il banco prova esistente. Saranno pertanto necessarie delle verifiche della strumentazione dei sistemi di controllo in atto e la loro integrazione con i nuovi sistemi. La suddetta ditta collabora da tempo con il CREA-ING ed avendo realizzato *ad hoc* gran parte delle catene strumentali impiegate, ne conosce le caratteristiche in relazione alle esigenze delle attività di ricerca e prova svolte dal CREA-ING. Tale collaborazione quindi si tradurrà in un risparmio di tempo e di risorse finanziarie e in una maggiore efficienza operativa.
- “Convenzione a titolo non oneroso” fra CREA-ING e NOVAMONT SpA (linee 4 e 5) (Dott. Paolo Sgorbati, responsabile della produzione dei formulati a base vegetale destinati a sostituire i prodotti tradizionali; Dott.ssa Angela Sagliano, borsista di Ricerca, responsabile dell'attività analitica sugli oli a base vegetale). In base al comune interesse al tipo di attività, NOVAMONT fornirà i propri formulati al CREA-ING che li sottoporrà ai test con il prototipo di banco prova. Ciò costituirà la pratica applicazione del prototipo e della metodologia di prova su esso basata. Da tale attività, NOVAMONT potrà ottenere informazioni sulle prestazioni dei propri formulati, individuando quelli più idonei ad essere introdotti nel ciclo produttivo (su macchine agricole)
- Infine, nel quadro di una “Convenzione a titolo non oneroso” già in atto fra CREA-ING e l'Istituto per l'Inquinamento Atmosferico del CNR (prot. CNR n. 369 del 003/02/2015), (Dott. Ettore Gerriero, esperto di analisi chimiche) sarà avviata una collaborazione per la messa a punto di quanto necessità per le attività analitiche nel laboratorio del CREA-ING. In tale contesto potrà rendersi necessario integrare il suddetto rapporto con una nuova “convenzione a titolo oneroso”.

4.4.3 Obiettivi della task

L'obiettivo generale della task è la valutazione delle prestazioni di oli a base vegetale utilizzati come lubrificanti di trasmissioni e/o per l'azionamento di impianti oleodinamici, in comparazione con i lubrificanti tradizionali (minerali e di sintesi), ai fini dell'introduzione dei primi nei processi

produttivi agricoli. Lo studio si articolerà nella messa a punto di un banco prova e di una metodologia di prova per l'esecuzione di test specifici per valutare che ciascun bio-lubrificante possieda caratteristiche equivalenti ai lubrificanti tradizionali, sia all'inizio della sua vita (da nuovo), sia dopo periodi di utilizzo in condizioni gravose di lavoro, onde verificare che le proprietà lubrificanti si conservino nel tempo.

Obiettivi specifici

- Realizzazione sistema di prova e valutazione - Sulla base delle esperienze in corso in seno al progetto BIT3G, sarà completata la realizzazione dei sistemi di prova e valutazione funzionale, operativa ed analitica degli oli a base vegetale per trattori agricoli. Il banco prova e la metodologia di prova dovranno consentire di sottoporre i prodotti a condizioni di lavoro rappresentative della realtà operativa. Le analisi fisico-chimiche forniranno i riscontri necessari a valutare la risposta dei prodotti alle condizioni di stress e quindi rilevarne l'attitudine all'impiego. I cicli di prova compressi consentiranno di provare più prodotti in tempi contenuti indicando quelli idonei alla sperimentazione sui trattori.
- Prove oli a base vegetale di tipo UTTO (Universal Transmission Tractor Oil) di produzione industriale. Gli oli UTTO svolgono una duplice funzione: 1) lubrificano le trasmissioni ed altri organi in bagno d'olio (freni, frizioni); 2) consentono il funzionamento dell'impianto idraulico del trattore. Sono diffusi sulla quasi totalità dei trattori fino a 180-200kW di potenza e su gran parte dei trattori di potenza superiore

4.4.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

L'obiettivo della task consiste nella realizzazione di un sistema di prova composito che consenta di effettuare una valutazione oggettiva oli a base vegetale per le applicazioni descritte in precedenza. L'attività sarà articolata secondo le linee di seguito descritte.

Linea 1: Realizzazione di un banco-prova per la verifica delle prestazioni degli oli a base vegetale impiegati come lubrificanti di trasmissioni e per l'azionamento di impianti idraulici.

Caratteristica fondamentale del banco prova è che deve consentire di impostare le condizioni di prova e ripeterle indefinitamente in modo da poter sottoporre diversi prodotti alle stesse sollecitazioni ed avere quindi la possibilità di effettuare valutazioni comparative.

Le condizioni di prova riguardano diversi aspetti collegati con il tipo di utilizzo dell'olio. Come già accennato, gli oli oggetto di studio trovano impiego nella lubrificazione di trasmissioni, oppure nell'azionamento di impianti idraulici. Tali funzioni specifiche possono essere svolte singolarmente da oli specifici o contemporaneamente dai citati oli UTTO. Il banco prova deve consentire quindi di provar l'olio per le singole funzioni separatamente o in combinazione.

1. Funzione di lubrificazione: il banco prova per tale funzione sarà costituito da un sistema meccanico basato su un motore elettrico che azionerà una trasmissione semplificata, lubrificata dall'olio in prova. La trasmissione è collegata ad un freno dinamometrico tramite il quale si applicherà una coppia resistente alla rotazione della trasmissione, creando condizioni di stress analoghe a quanto avviene nel cambio in termini di forza e pressione specifica sopportata dall'olio. I cicli di lavoro saranno basati sulla regolazione della coppia e del regime effettuata mediante il sistema di controllo automatizzato
2. Funzione oleodinamica: il banco prova per tale funzione sarà costituito da circuito idraulico basato sulla presenza di una pompa a pistoni assiali azionata mediante un sistema elettronico e su un dispositivo in grado di strozzare la mandata dell'olio creando le condizioni di pressione desiderate, rappresentative dell'utilizzo su trattori. Le regolazioni possibili in questo caso sono la portata della pompa (attraverso il regime, tramite inverter) e la pressione.

3. Funzione combinata: gli elementi di cui ai due punti precedenti possono agire separatamente o in combinazione. Essi fanno capo ad un unico serbatoio di olio, predisposto per il prelievo di campioni da sottoporre ad analisi.

Una parte del banco prova è in fase di realizzazione nell'ambito del progetto BIT3G e ciò consentirà di passare rapidamente alla fase operativa (linee 4 e 5). Il banco prova sarà implementato con una serie di controlli per l'esecuzione in automatico dei cicli di prova ed acquisizione dei dati di prova. Inoltre, sarà dotato di un dispositivo che consentirà lo studio delle risposte all'impiego di oli a base vegetale di organi che funzionano in bagno d'olio, come freni e frizioni. Infine, sarà dotato di un sistema di termoregolazione avente lo scopo di studiare il comportamento degli oli a base vegetale alle basse temperature ($T < - 30^{\circ}\text{C}$).

Tutto ciò consentirà di avere un quadro completo delle prestazioni fornite.

Un'altra importante caratteristica del prototipo da sviluppare è che esso consente l'applicazione di elevati carichi di lavoro su piccole quantità di olio, consentendo di concentrarne il ciclo di vita, che su un trattore sarebbe in media pari a circa 1000 ore, in un periodo molto più breve (obiettivo: 100 ore). Ciò consentirebbe di utilizzare il banco prova per uno screening iniziale dei prodotti candidati, identificando quelli più promettenti da inviare alla sperimentazione sulle macchine.

Linea 2: messa a punto di una metodologia di prova di per gli oli a base vegetale, basata sull'uso del banco prova di cui al punto precedente. In base all'obiettivo di concentrare elevati carichi di lavoro in limitati intervalli di tempo, la metodologia dovrà riflettere le condizioni di normale utilizzo su trattore del prodotto in prova. Sarà quindi necessario svolgere un'indagine caratterizzare tale utilizzo: gli intervalli di tempo fra cambi di olio; le ore di lavoro in un anno; le funzioni svolte dall'olio (solo trasmissione, solo idraulico, UTTO); le potenze mediamente utilizzate nelle diverse funzioni, separatamente o in combinazione; le ore di lavoro destinate alle diverse funzioni (trasmissione, sistema idraulico, combinazione dei due). Successivamente saranno definite alcune grandezze derivate (potenze, coppie e forze specifiche, regimi, pressioni e portate idrauliche, energia termica dissipata, ecc) in base alle quali, tenendo conto delle dimensioni del banco prova, si potranno definire cicli di lavoro dell'olio rappresentativi delle condizioni reali. Oltre ai cicli di lavoro, la metodologia indicherà anche: le modalità di condizionamento dell'impianto di prova prima dell'inizio di ciascun test in cui sia previsto l'uso di olio nuovo; le modalità e la frequenza di prelievo di campioni da sottoporre ad analisi fisico-chimiche; i parametri considerare e conseguentemente i tipi di analisi da svolgere.

Linea 3: Implementazione del laboratorio di analisi fisico-chimiche del CREA-ING di Monterotondo per l'esecuzione degli esami sui campioni degli oli in prova per lo studio dell'andamento delle loro caratteristiche durante il cicli di prova. I parametri ritenuti significativi nella valutazione delle caratteristiche dell'olio sono i seguenti:

Parametri di tipo chimico

- acidità totale
- acidità libera (iniziale, e ad intervalli di lavoro (gli esteri degli acidi grassi possono idrolizzarsi incrementando l'acidità)
- Analisi di ICP/massa (rilievo residui di metalli derivati da usura di organi meccanici).
- Numero di perossido
- Stabilità all'ossidazione

Parametri di tipo fisico

- Viscosità dinamica, cinematica, relativa, fluidità, Indice di Viscosità (variazioni di viscosità nel temp)
- Esame spettrofotometrico
- Indici di rifrazione
- Densità o massa volumica
- Punto di infiammabilità

- Punto di intorbidamento
- Punto di fusione
- Punto di scorrimento
- Stabilità termica
- Calore specifico e Conducibilità termica

L'unità di ricerca dispone di un laboratorio dotato di avanzate strumentazioni per le analisi chimiche, in grado di coprire la maggior parte delle necessità relative all'analisi dei campioni di olio a base vegetale. Pertanto l'implementazione del laboratorio riguarderà, soprattutto l'acquisizione di strumenti e dispositivi per determinare parametri di tipo fisico.

Linea 4: Esecuzione di prove, prelievo e analisi dei campioni, secondo quanto detto per le linee 1, 2, 3, di nuovi formulati a duplice attitudine (UTTO). I prodotti da sottoporre ai test saranno forniti dal CREA-CIN che, nell'ambito della Task 4.C.1 metterà a punto una serie di oli vegetali tal quali (da girasole alto oleico) per impiego su macchine agricole, e da NOVAMONT con cui proseguirà la collaborazione iniziata con il progetto BIT3G. Le prove saranno di tipo comparativo, nel senso che i risultati ottenuti dai formulati bio-based saranno confrontati con quelli forniti dagli oli tradizionali che teoricamente dovrebbero essere da essi sostituiti. Le prove potranno iniziare in tempi relativamente brevi grazie all'attività pregressa svolta nel progetto BIT3G.

Linea 5: Prova di prodotti UTTO a base vegetale su trattori nel normale utilizzo aziendale per un periodo di almeno un anno. I migliori formulati risultanti dalle prove al banco di cui ai punti precedenti saranno utilizzati su trattori. In tale fase sarà indispensabile il supporto di operatori privati. In base a colloqui preliminari con CNH – Industrial, tale azienda ha espresso interesse ad eseguire questa fase di sperimentazione presso i propri centri prova aziendali. Nel corso del periodo di prova saranno prelevati dei campioni da sottoporre ad analisi.

4.4.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.4.4.1 - Linea 1: Output dell'Attività: Prototipo di banco prova utilizzabile per prove conto terzi dalla fine del 3° quadrimestre. Si valuterà l'esistenza dei presupposti per il deposito di domanda di brevetto e/o modello di utilità e l'opportunità di tale azione. Report e pubblicazione dei risultati dell'attività.

D.4.4.2 - Linea 2: Output dell'Attività: Metodologie e protocolli di prova utilizzabili dalla fine del 3° quadrimestre nei test di oli bio-based. Report e pubblicazione dei risultati dell'attività.

D.4.4.3 - Linea 3: Output dell'Attività: Incrementata potenzialità operativa del laboratorio di analisi del CREA-ING a partire dal 3° quadrimestre.

D.4.4.4 - Linea 4: Output dell'Attività: Rapporti di prova con i risultati dei test sugli oli bio-based secondo quanto realizzato nelle linee 1-3, a partire dal 4° quadrimestre. Valutazione della loro idoneità ad essere utilizzati su trattori agricoli. Rapporti di prova e pubblicazione di articoli scientifici sui risultati dell'attività.

D.4.4.5 - Linea 5: Output dell'Attività: Risultati della sperimentazione su campo degli oli bio-based indicati dalla linea 4 utilizzati su trattori agricoli, a partire dall'6° quadrimestre.

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

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	Linea 1, 2, 3	
	2	Linea 1, 2, 3	
	3	Linea 1, 2, 3, 4	D.4.4.1; D.4.4.2; D.4.4.3
	4	Linea 1, 2, 3, 4, 5	D.4.4.4

5	Linea 4, 5	
6	Linea 4, 5	D.4.4.5
7	Linea 4, 5	
8	Linea 4, 5	
9	Linea 4, 5	
10	Linea 4, 5	
11	Linea 4, 5	
12	Linea 4, 5	
13	Linea 4, 5	
14	Linea 4, 5	
15	Linea 4, 5	

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

La ricerca porterà alla messa a punto di un sistema di prova completo per la determinazione, in fase pre-campo, delle prestazioni di oli destinati alla lubrificazione di trasmissioni e all'azionamento di impianti oleodinamici, singolarmente e in combinazione. Tale sistema sarà costituito da un banco prova, da una metodologia di prova e da un laboratorio per la verifica delle caratteristiche fisico-chimiche dei prodotti testati.

In seguito al completamento del sistema, inizierà la fase operativa, i cui risultati saranno rappresentati dalle informazioni sulle caratteristiche degli oli sottoposti a test che, come detto in precedenza, saranno rappresentati sia da prodotti a base di olio di girasole "alto oleico" che da formulati messi a punto e forniti da Novamont.

La disponibilità di un sistema di prova obiettivo, flessibile, completo e rapido contribuirà alla messa a punto di nuovi formulati, fornendo in tempi brevi, risposte sul loro comportamento.

Come già accennato, tali informazioni saranno di fondamentale importanza nel determinare la predisposizione dei prodotti ad essere introdotti nella realtà operativa e serviranno ad individuare quelli più promettenti, che dovranno in ogni caso superare una fase di sperimentazione su macchine (trattori) in condizioni operative reali. In tal senso, i primi beneficiari dei risultati saranno i produttori di oli e i potenziali utilizzatori (costruttori di trattori e macchine agricole) che potranno puntare l'attenzione su prodotti più promettenti.

L'introduzione di lubrificanti e oli idraulici a base vegetale, a bassa tossicità e totalmente biodegradabili porterà una serie di benefici di più ampio respiro relativamente alla salvaguardia dell'ambiente e a nuove opportunità per l'attività agricola, di cui si è detto nell'introduzione.

Al momento non sono previsti ostacoli di rilievo.

4.4.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Per quanto riguarda l'aspetto scientifico, i risultati saranno oggetto di pubblicazioni scientifiche internazionali e nazionali. Sarà inoltre valutata l'opportunità della presentazione di memorie in convegni specifici sul tema di interesse.

Il sistema prodotto dalla ricerca potrà rappresentare un *know-how* importante per il CREA che potrà considerare la possibilità di proteggerne la proprietà intellettuale (brevetto o modello di utilità).

Infine, insieme ai partner saranno concordate le modalità di diffusione dei risultati attraverso l'organizzazione di workshop, giornate dimostrative, ecc.

4.4.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 4.4.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 4.4.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

WP5: Realizzazione impianti sperimentali, dimostrazioni e divulgazione (WP leader: CREA-ING GALLUCCI F.)

5.1 Descrizione WP

Questo WP ha come obiettivo generale quello di realizzare impianti sperimentali, che nel corso degli anni del progetto verranno affiancati da azioni dimostrative e divulgative, di diversa origine e funzionalità. In particolare vedrà la realizzazione di: una microfiliera energetica sviluppata su scala territoriale; una filiera di produzione di pellet su scala aziendale; sistemi innovativi per permettere l'utilizzo di biomasse agricole di scarto per l'alimentazione di impianti a biogas e per risolvere le problematiche legate ad un completo riutilizzo agronomico del digestato come importante fonte fertilizzante; sistemi innovativi di dimostrazione e divulgazione sulla qualità del pellet; un centro dimostrativo all'interno del CREA-ING di Monterotondo, che tenga conto del nuovo D.M. sulle Energie rinnovabili (n.28 del 6 luglio 2012 in vigore dal 01/01/2013) che favorisce i piccoli impianti di microgenerazione; sistemi dimostrativi per la produzione di biogas da prodotti derivati contaminati da micotossine; un centro dimostrativo per la produzione aziendale di: biogas e/o biometano, syngas e biochar ed infine di un modello di trasferimento delle conoscenze e dei risultati.

Gli obiettivi specifici delle azioni del WP5 riguardano per una task, la valorizzazione di diverse tipologie di materiali ligno-cellulosici, anche provenienti da coltivazioni biologiche, facilmente reperibili sul territorio ma spesso di scarso valore commerciale. A tal fine, quindi, particolare attenzione verrà posta alle varie tipologie di biomassa derivanti dalle formazioni forestali, dalle piantagioni dedicate, dai residui delle potature agricole e dal verde urbano. Si implementerà un modello di microfiliera energetica sviluppata su scala territoriale, con centro di valorizzazione energetica localizzato presso il CREA-ING di Monterotondo. L'obiettivo invece della Task che tratterà la tematica della filiera di produzione di pellet, vedrà la valorizzazione della biomassa di diversa origine per la produzione di pellet su piccola scala promuovendo un modello, sostenibile dal punto di vista tecnico, economico ed energetico, di produzione di pellet su scala aziendale, da sviluppare all'interno del CREA-ING di Monterotondo, volto a valorizzare materiali ligno-cellulosici di varia natura facilmente reperibili sul territorio. Altre azioni riguarderanno lo sviluppo di sistemi di accumulo posti in campo e removibili abbinati a manichette innovative per lo spandimento in campo. La caratterizzazione multi-sensore di materie prime e pellet da esse derivati per una valutazione qualitativa del prodotto/processo, sarà lo scopo principale dell'azione volta a divulgare la presenza di sistemi innovativi per tale valutazione qualitativa del pellet. In collaborazione con l'ENAMA verranno infatti sviluppate tecniche ed effettuate analisi non distruttive delle materie prime di differente origine (materiali/provenienze) e del pellet da esse derivati per qualificare e tracciare il prodotto. La attività è proposta in conformità ed a supporto di quanto previsto dal paragrafo 1.2 del progetto esecutivo "ENERGIA dall'Agricoltura – ENAGRI" che specifica come gli esperti dei due enti collaboreranno in diversi settori tra i quali quello della certificazione dei biocombustibili (in riferimento alle norme EN e le ISO) per lo sviluppo di tecnologie a supporto delle filiere agro-energetiche, la riduzione dell'impatto ambientale e l'aumento della redditività aziendale.

Per quanto riguarda il centro dimostrativo che ha come cuore l'impianto di microgenerazione da 350 kWt (acqua calda a 80÷90°C per il teleriscaldamento e aria calda), si baserà appunto sul concetto di microgenerazione a filiera cortissima per la valorizzazione aziendale della biomassa di origine agroforestale proveniente da scarti di potature, e disboscamenti, implementando un modello di microfiliera energetica sviluppata su scala territoriale. L'aspetto innovativo è rappresentato dalla possibilità di raggiungere un completo autoapprovvigionamento ed autoconsumo della biomassa, con massimizzazione della sostenibilità economica ed ambientale, tenendo conto anche della bassa o nulla incidenza del trasporto della materia prima su strada. Parallelamente al modello di

microfiliera energetica di autoconsumo si prevede di realizzare una filiera di produzione di pellet su scala aziendale. La finalità dell'azione è quella di valorizzare diverse tipologie materiali ligno-cellulosici, anche provenienti da coltivazioni biologiche, facilmente reperibili sul territorio ma spesso di scarso valore commerciale. La biomassa sarà utilizzata nella centrale termica a griglia mobile (generatore di vapore, acqua calda e aria calda ad alta temperatura) da 350 kWt, presente all'interno del CREA-ING. Il biocombustibile solido in ingresso, prima del suo utilizzo in caldaia, verrà analizzato e caratterizzato utilizzando le attrezzature presenti nel laboratorio LAS-ER-B (Laboratorio Attività Sperimentali – Energia Rinnovabile – da Biomasse) che permettono di determinarne le caratteristiche chimico/fisiche salienti della biomassa in ingresso tra le quali: umidità relativa (U), potere calorifico superiore e inferiore (PCS e PCI), l'analisi elementare (H, C, N, S), il contenuto in metalli, il residuo di ceneri e il relativo punto di fusione. Inoltre il laboratorio analitico è dotato della strumentazione idonea allo studio delle emissioni al camino che consentono di effettuare l'analisi quali-quantitativa dei macroinquinanti e microinquinanti presenti nelle emissioni gassose.

Un'altra azione avrà come obiettivo principale il proporre una soluzione sostenibile e efficace per lo sfruttamento a fini energetici, mediante produzione di biogas, di materie prime a base di frumento e suoi derivati non utilizzabili ai fini dell'alimentazione umana o animale in quanto non conformi alla normativa vigente, per limiti fissati o raccomandati, riguardo al contenuto in micotossine. Inoltre, l'ottimizzazione di questo processo potrà offrire una soluzione conveniente e sostenibile per l'utilizzazione del digestato a ridotto contenuto di micotossine come ammendante agricolo oppure, in alternativa, l'impiego dello stesso, considerevolmente ridotto in quantità, da destinare alla gassificazione/ combustione con ulteriore ricavo energetico.

Verrà anche realizzato un centro dimostrativo per verificare l'applicabilità, nell'azienda agricola, della tecnologia innovativa basata su digestore a due stadi, per la produzione di energia e il miglioramento del bilancio energetico dell'azienda stessa.

Infine in questo WP, si metterà a disposizione, calibrandolo in ragione di quanto previsto con le altre azioni progettuali, un modello di trasferimento delle conoscenze e dei risultati (denominato Agritrasfer), che sfrutta strumenti e metodologie operative già collaudate in altri contesti operativi e che, tenuto conto anche delle limitate risorse finanziarie disponibili, facilita la comunicazione permanente (anche formazione e informazione) tra le Strutture di ricerca, il mondo operativo, gli attori che a diverso titolo hanno competenze tecniche ed istituzionali nelle materie afferenti il progetto, favorisce, attraverso una significativa azione di animazione e di collegamento con le attività di coordinamento, la diffusione e il trasferimento dei risultati fino agli utilizzatori finali. Anche in questo caso è prevista la collaborazione con l'ENAMA.

WP Leader:

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

5.2 Articolazione WP

WP5: Realizzazione impianti sperimentali, dimostrazioni e divulgazione (WP leader: CREA-ING GALLUCCI F.)

Task 5.1: Dimostrazione e divulgazione sull'uso della biomassa da piantagioni dedicate e da formazioni forestali di prossimità territoriale (Task Leader: Giulio Sperandio – CREA-ING)

Task 5.2: Produzione dimostrativa di pellet su piccola scala per la valorizzazione della biomassa di diversa origine (Task Leader: Vincenzo Civitarese – CREA-ING)

Task 5.3 Verifica della fattibilità del recupero di biomasse erbacee per impianti dimostrativi a biogas (Task leader: Luigi Pari – CREA-ING)

Task 5.4 Sistema innovativo per la valorizzazione agricola del digestato (Task leader: Luigi Pari – CREA-ING)

Task 5.5 Innovazione, dimostrazione e divulgazione della qualità del pellet
(Task leader: Corrado Costa – CREA-ING)

Task 5.6: Centro dimostrativo CREA-ING: Filiera energetica biomasse
biogas/biometano: Utilizzo della biomassa e qualità delle emissioni dei sistemi di
combustione nell'utilizzo del biogas/biometano, syngas e della biomassa (Task
Leader: Francesco Gallucci – CREA-ING)

Task 5.7 Sistemi dimostrativi per la produzione di biogas da prodotti derivati
contaminati da micotossine (Task leader: Claudio Fabbri - CRPA)

Task 5.8: Centro dimostrativo per la produzione aziendale di biogas e biometano e
l'utilizzo in motorizzazioni sperimentali (gruppi elettrogeni, trattrici) (Task Leader:
Daniele Pochi – CREA-ING)

Task 5.9 Organizzazione e archiviazione risultati trasferibili. Formazione,
trasferimento partecipato delle conoscenze. Focus group (Task leader: Daniele
Lolletti – CREA-AC)

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 MiPAAF. 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.

Pubblicazioni

- 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:

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

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 metereologiche 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.

Task 5.2: Produzione dimostrativa di pellet su piccola scala per la valorizzazione della biomassa di diversa origine

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

La task prevede di attivare, parallelamente al modello di microfiliera energetica di autoconsumo da implementare presso il CREA-ING di Monterotondo, una filiera dimostrativa per la produzione di pellet su scala aziendale. La finalità dell'azione è quella di evidenziare la possibilità di valorizzare materiali lignocellulosici facilmente reperibili sul territorio ma spesso di scarso valore commerciale. Particolare attenzione verrà posta alle biomasse derivanti dalle formazioni forestali, dalle piantagioni dedicate, dai residui delle potature dei nocioleti e dal verde urbano.

Le normative di certificazione del pellet variano da paese a paese. A livello europeo i più noti e diffusi attestati e certificati riguardanti la qualità di tale prodotto sono l'ENplus, DIN plus, ÖNORM M7135, SN 166000 e DIN 51731.

Tutte le norme prevedono forme di certificazione del pellet che garantiscono l'assenza di prodotti chimici nella materia di origine, o la tolleranza fino ad una certa percentuale di questi ultimi nel caso di utilizzo come collanti termoagglutinanti vegetali non chimicamente modificati. La DIN plus e la ÖNORM M7135, ad esempio, prevedono che il pellet venga prodotto con "...materiale di partenza "legno vergine" privo di contaminanti (colle, vernici, preservanti)". Nel Manuale per la Certificazione ENplus del pellet di legno da riscaldamento (88) viene riportato un elenco delle materie prime per la produzione di pellet, secondo quanto previsto dalla EN 14961.1 (Tabella 5.2.1.1).

Dal 1 gennaio 2010 in Europa è entrata in vigore per i pellet di legno la norma europea EN 14961-2 dell'Istituto Tedesco del pellet (Deutsches Pelletinstitut).

Table 5.2.1.1: Tipologie di legno ammesse per la produzione di pellet.

ENplus-A1	ENplus-A2	EN-B
1.1.3 Tronchi	1.1.1 Alberi interi senza radici	1.1 Legno di foresta, di piantagione, e altro legno vergine
1.2.1 Residui non trattati chimicamente dell'industria di lavorazione del legno	1.1.3 Tronchi 1.1.4 Residui di disboscamento 1.1.6 Corteccia 1.2.1 Scarti e residui non trattati chimicamente dell'industria di lavorazione del legno	1.2 Scarti non trattati chimicamente e residui dell'industria di lavorazione del legno 1.3.1 Legno usato non trattato chimicamente (Va escluso il legno derivante da demolizioni di edifici o installazioni di ingegneria civile)

L'azione proposta prevede la realizzazione di una serie di attività riguardanti tutte le fasi della filiera di produzione del pellet, a partire dall'approvvigionamento delle biomasse (in collegamento con le Task 2.4, 2.5, 5.2), alle successive fasi di essiccamento, vagliatura, raffinazione e realizzazione del prodotto finale. L'azione proposta assume una forte valenza dimostrativa, divulgativa e di promozione di un modello di valorizzazione delle biomasse, facilmente replicabile in altre realtà aziendali del territorio.

⁸⁸ Manuale per la Certificazione ENplus del pellet di legno da riscaldamento, Versione 2.0 Aprile 2013 European Pellet Council (EPC) c/o AEBIOM – European Biomass Association Renewable Energy House 63-65 Rue d'Arlon 1040 Brussels, Belgium

Si denota anche la possibilità di valorizzare le potature dei corileti provenienti dalle attività “agricole biologiche certificate”. In agricoltura, infatti, vengono utilizzati fitofarmaci e pesticidi che potrebbero permanere all’interno del prodotto o nei fumi derivanti dalla loro combustione, con conseguenze negative per l’ambiente e la salute. Nessuna norma contempla la possibilità di certificare gli scarti di lavorazione dell’attività agricola. La possibilità di garantire l’origine della materia prima, “legno vergine”, conferisce un valore aggiuntivo al pellet prodotto con tale materiale. L’attività sarà condotta coinvolgendo i principali stakeholder e Enti di certificazione autorizzati al controllo delle produzioni biologiche operanti nel territorio nazionale e registrati nel sito del MiPAAF.

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

Task leader:

Vincenzo Civitarese - UO CREA-ING, (vedi Task 1.8).

Partecipanti:

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

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

Roberto Tomasone - UO CREA-ING, (vedi Task 1.6).

Marcello Biocca - UO CREA-ING, (vedi Task 2.5).

Enrico Santangelo - UO CREA-ING, il Dott. Santangelo opera dal 2011 nel settore delle bioenergie e della meccanizzazione delle colture energetiche. In tale ambito ha collaborato, nell’ambito di progetti nazionali ed internazionali, allo svolgimento di attività relative a: stoccaggio su sorgo da fibra; meccanizzazione della raccolta di *Jatropha* (*Jatropha curcas*); stoccaggio di pioppo in andana (piante intere) e in cumulo (cippato); meccanizzazione della raccolta di canna comune mediante falciatrinciacaricatrici comuni e prototipi sperimentali; analisi delle modalità di stoccaggio di trinciato di canna in cumuli e contenitori (bins) in presenza o meno di condizionamento; analisi delle potenzialità dell’utilizzazione della biomassa di canna comune ottenuta dagli argini fluviali.

Possiede, inoltre, un’esperienza ventennale nel campo del miglioramento genetico del pomodoro tra cui lo studio di geni del colore della bacca. Il proponente è uno dei costitutori del SunBlack®, una varietà di pomodoro a buccia completamente nera, in quanto ricca di antociani, e polpa rossa. Autore di 52 pubblicazioni scientifiche, delle quali si riportano le più significative e attinenti alle tematiche del progetto.

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

Corrado Costa - UO CREA-ING, (vedi Task 1.4).

Alberto Assirelli - UO CREA-ING, (vedi Task 1.2).

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).

Pubblicazioni

- Civitarese V, Spinelli R, Barontini M, Gallucci F, Santangelo E, Acampora A, Scarfone A, Del Giudice A, Pari L, 2015. Open-Air Drying of Cut and Windrowed Short-Rotation Poplar Stems. *BioEnergy Research*, 1-7.
- Colorio G, Tomasone R, Pagano M, Cedrola C, Sperandio G, 2009. Residui di potatura di nocciolo raccolti con Comby TR 160. *L'Informatore Agrario*, 33, 28-30.
- Fedrizzi M, Sperandio G, Pagano M, Pochi D, Fanigliulo R, Recchi P, 2012. A prototype machine for harvesting and chipping of pruning residues: first test on hazelnut plantation (*Corylus avellana* L.). International Conference of Agricultural Engineering, CIGR-AgEng 2012, Valencia, Spain, July 8-12 6 pp.
- Picchio R, Spina R, Sirna A, Lo Monaco A, Civitarese V, Del Giudice A, Suardi A, Pari L, 2012. Characterization of woodchips for energy from forestry and agroforestry production. *Energies*, 5(10), 3803-3816.
- Sperandio G, Pagano M, Recchi P, Tomasone R, Colorio G, 2011. Valutazione tecnico economica della produzione di tronchetti di legno ad uso energetico: impiego di un prototipo di macchina. Convegno AIIA. Belgirate, 22-24 Settembre 2011, 6 pp.

5.2.3 Obiettivi della task

L'obiettivo generale della Task è quello di valorizzare materiali lignocellulosici di varia natura, facilmente reperibili sul territorio, attraverso la promozione di un modello dimostrativo di produzione di pellet su scala aziendale. Il modello, da implementare presso il CREA-ING di Monterotondo, sarà basato sui principi della sostenibilità tecnica, economica ed energetica. L'attività verrà sviluppata in relazione ai seguenti obiettivi specifici:

- individuazione dei sistemi ottimali di pretrattamento termico della biomassa per la riduzione del contenuto di umidità del prodotto da impiegare nella successiva fase di pellettizzazione;
- pellettizzazione ed eventuale produzione di bricchetti da biomasse di diversa origine, anche da produzioni biologiche certificate, ottenibile da singole specie/provenienze e individuazione di miscele di biomassa maggiormente rispondenti ad elevati standard qualitativi, per una migliore valorizzazione finale del prodotto;
- valutazione delle potenzialità di produzione del pellet e di bricchetti e relativa analisi qualitativa per tipologia di biomassa d'origine e distribuzione territoriale (biomassa forestale, residui di potatura agricola, piantagioni dedicate, verde urbano);
- valutazione della sostenibilità economica ed energetica del processo produttivo di pellettizzazione e dell'eventuale produzione di bricchetti per tipologia di biomassa impiegata.

5.2.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

Le attività della Task 5.2, verranno articolate in 4 linee, in relazione agli obiettivi sopra specificati.

Linea 1: Individuazione dei sistemi ottimali di pretrattamento termico.

Si prevede di individuare le metodologie e le tecnologie esistenti sul mercato più idonee al trattamento termico della biomassa. Il processo produttivo verrà analizzato procedendo alla valutazione dei rendimenti operativi dei sistemi individuati in relazione alla diversa origine/provenienza della biomassa da trattare.

Linea 2: Pellettizzazione delle biomasse di diversa origine.

L'attività sviluppata in questa linea prevede l'acquisizione di una macchina pellettatrice di piccola dimensione, mobile e azionata dalla presa di potenza di un trattore oppure da motore elettrico autonomo. L'impianto comprenderà anche un sistema di vagliatura e raffinamento del materiale

lignocellulosico in entrata già pretrattato termicamente. Il raffinatore sarà azionato, analogamente alla pellettatrice, con motore elettrico autonomo o tramite la presa di potenza del trattore. La linea prevede di condurre prove di pellettizzazione con le seguenti tipologie di biomassa:

- a. pioppo allevato a ciclo breve, medio e lungo;
- b. piantagioni forestali di eucalipto e conifere;
- c. residui di potatura di nocciolati del viterbese a conduzione tradizionale e biologica;
- d. eventuali residui provenienti dalle potature degli oliveti e da colture agricole erbacee;
- e. residui vegetali provenienti dall'attività di manutenzione del verde urbano.

Linea 3: valutazione della qualità e delle potenzialità di produzione del pellet.

Le attività sviluppate in questa linea prevedono la valutazione qualitativa del pellet e delle potenzialità di produzione ottenute dalle singole tipologie di biomassa. La valutazione qualitativa del pellet interesserà tutte le specie considerate, con individuazione delle migliori miscele di prodotto (pellet misto) rispondenti agli standard qualitativi previsti dalle normative vigenti, anche mediante lo sviluppo di modelli multivariati e tecnologie opto-elettroniche innovative. In tale contesto verrà posta particolare attenzione alle caratteristiche qualitative ed energetiche del pellet ottenibile da eventuali residui di coltivazioni erbacee e dalle potature degli oliveti, dai residui di potatura del verde urbano e da nocciolati a conduzione tradizionale e biologica (BIO-pellet da BIO-trinciato).

La qualità del pellet verrà valutata principalmente in riferimento al contenuto di umidità, potere calorifico, massa volumica apparente, contenuto in ceneri e caratteristiche dimensionali (normativa UNI EN 14961-2).

La stima del potenziale produttivo verrà effettuata in collegamento con l'attività prevista al punto 2 della Linea 1 - Task 5.1, in relazione ai rendimenti operativi valutati nell'ambito dell'attività prevista nella Linea 2 della Task 5.2.

Linea 4: valutazione della sostenibilità economica ed energetica.

L'attività prevede di analizzare:

- i costi di produzione riferibili al processo produttivo del pellet per tipologia di biomassa;
- il costo di produzione per unità di contenuto energetico finale in relazione alle diverse tipologie di miscele di biomassa sperimentate;
- il potenziale valore di mercato del pellet prodotto.

L'analisi economica verrà sviluppata applicando la metodologia Life Cycle Cost Analysis (LCCA) che riguarderà la stima economica dei singoli processi produttivi e di potenziali filiere di riferimento per la produzione di pellet. Relativamente alla produzione di biomassa da piantagioni dedicate, l'analisi verrà sviluppata anche in considerazione del periodo produttivo delle piantagioni e alla vita utile dell'impianto di pellettizzazione, considerando tutti i costi di installazione, gestione, manutenzione ed eventuale demolizione/recupero finale dell'impianto. La metodologia sarà basata sull'applicazione della tecnica finanziaria del VAN (valore attuale netto) sui flussi finanziari relativi al periodo considerato. L'analisi economica verrà correlata all'analisi dei consumi energetici relativi al processo produttivo di pellettizzazione in relazione alla diversa tipologia e provenienza della biomassa.

5.2.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.5.2.1 Linea 1- Output dell'attività "individuazione dei sistemi ottimali di pretrattamento termico":

- individuazione delle metodologie e delle tecnologie esistenti sul mercato più idonee al trattamento termico della biomassa;
- valutazione dei rendimenti operativi dei sistemi individuati in relazione alla diversa origine/provenienza della biomassa da trattare.

D.5.2.2 Linea 2 - Output dell'attività "pellettizzazione di biomassa di diversa origine, anche da produzioni biologiche certificate, ottenibile da singole specie/provenienze e individuazione di miscele di biomassa maggiormente rispondenti agli standard qualitativi per una migliore valorizzazione finale del prodotto":

- produzione di pellet di diversa origine a partire da specie arboree;
- produzione di pellet da residui di potatura dei nocioleti a conduzione biologica e tradizionale;
- promozione di un nuovo prodotto nella filiera corilicola certificata biologica;
- messa a punto di una metodologia di lavoro per la definizione delle proporzioni di miscele di materiali maggiormente rispondenti agli standard qualitativi (materia prima ricevuta dai vari siti ed aziende agricole).

D.5.2.3 Linea 3 - Output dell'attività "valutazione delle potenzialità di produzione e qualità del pellet per tipologia di biomassa d'origine e distribuzione territoriale (biomassa forestale, residui di potatura agricola, piantagioni dedicate, verde urbano)":

- classificazione qualitativa dei diversi tipi di pellet prodotto;
- stima del potenziale produttivo di pellet per tipologia di biomassa d'origine.

D.5.2.4 Linea 4 - Output dell'attività "valutazione complessiva della sostenibilità economica ed energetica del processo produttivo di pellettizzazione per tipologia di biomassa impiegata":

- report finale e articoli scientifici relativi alla modellizzazione di tipo economico ed energetico della filiera di produzione del pellet per tipologia di biomassa.

D.5.2.5 Output della Task:

- redazione di linee guida gestionali della filiera di produzione di pel let, scaricabile on-line gratuitamente dal sito specifico del progetto;
- organizzazione di visite guidate, workshop e giornate dimostrative in campo, a partire dal secondo anno, sulle diverse fasi del processo di pellettizzazione, dal recupero iniziale delle biomasse alla trasformazione finale;
- redazione di articoli scientifici su riviste nazionali ed internazionali inerenti tutte le fasi del processo.

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

		Attività	Delivarable
Quadrimestri	1	Definizione ed individuazione degli elementi necessari per implementare la filiera di autoproduzione di pellet. Installazione degli elementi funzionali per avviare il sistema di pellettizzazione su piccola scala.	D.5.2.1/ D.5.2.2 D.5.2.2
	2	Individuazione delle principali fonti di approvvigionamento di biomassa per la produzione di pellet.	D.5.2.2
	3	Classificazione delle fonti di approvvigionamento in funzione delle principali caratteristiche morfologiche e fisiche della biomassa di partenza. Report annuale I anno.	D.5.2.1/ D.5.2.2 D.5.2.1/ D.5.2.2
	4	Individuazione delle metodologie e delle tecnologie esistenti sul mercato più idonee al trattamento termico delle biomasse.	D.5.2.1
	5	Recupero e stoccaggio della biomassa trinciata proveniente da piantagioni di pioppo a ciclo breve (3 anni) e medio (5-7 anni) da impiegare nel processo di pellettizzazione.	D.5.2.2

	Disidratazione della biomassa trinciata proveniente da piantagioni di pioppo a ciclo breve (3 anni) e medio (5-7 anni). Raffinatura della biomassa proveniente da piantagioni di pioppo a ciclo breve (3 anni) e medio (5-7 anni).	D.5.2.1 D.5.2.2
6	Pelletizzazione della biomassa trattata proveniente da piantagioni di pioppo a ciclo breve (3 anni) e medio (5-7 anni) Report annuale II anno.	D.5.2.2 D.5.2.1/ D.5.2.2
7	Caratterizzazione qualitativa del pellet ottenuto da piantagioni di pioppo a ciclo breve/medio. Articoli divulgativi e scientifici inerenti il processo produttivo del pellet da piantagioni di pioppo a ciclo breve (3 anni) e medio (5-7 anni). Organizzazione di una visita guidata, workshop e giornata dimostrativa in campo.	D.5.2.2 D.5.2.5 D.5.2.5
8	Recupero e stoccaggio della biomassa trinciata di origine forestale e da piantagioni di pioppo di 9 anni da impiegare nel processo di pelletizzazione. Disidratazione della biomassa trinciata di origine forestale e da piantagioni di pioppo a ciclo lungo (9 anni). Raffinatura della biomassa di origine forestale e da piantagioni di pioppo di 9 anni. Pellettizzazione della biomassa trattata di origine forestale e da piantagioni di pioppo di 9 anni. Caratterizzazione qualitativa del pellet prodotto utilizzando piantagioni di pioppo di 9 anni e biomassa di origine forestale.	D.5.2.2 D.5.2.1 D.5.2.2 D.5.2.2 D.5.2.3
9	Valutazione tecnica ed economica dei processi di filiera inerenti l'utilizzo di piantagioni di pioppo a ciclo breve/medio/lungo e di biomassa di origine forestale nella produzione di pellet. Bilancio energetico dei processi inerenti l'utilizzo di piantagioni di pioppo a ciclo breve/medio/lungo e di biomassa di origine forestale nella produzione di pellet. Articoli divulgativi e scientifici inerenti il processo produttivo del pellet da biomasse di origine forestale e da piantagioni di pioppo di 9 anni. Report annuale III anno.	D.5.2.4 D.5.2.4 D.5.2.5 D.5.2.4

10	Recupero e stoccaggio della biomassa trinciata proveniente dalle potature di nocciolo a conduzione biologica e tradizionale e dalla manutenzione del verde urbano da impiegare nel processo di pellettizzazione.	D.5.2.2
	Disidratazione della biomassa trinciata proveniente dalle potature di nocciolo a conduzione biologica e tradizionale e dalla manutenzione del verde urbano.	D.5.2.1
	Raffinatura della biomassa trinciata proveniente dalle potature di nocciolo a conduzione biologica e tradizionale e dalla manutenzione del verde urbano.	D.5.2.2
	Pellettizzazione della biomassa trattata proveniente dalle potature di nocciolo a conduzione biologica e tradizionale e dalla manutenzione del verde urbano.	D.5.2.2
11	Caratterizzazione qualitativa del pellet ottenuto dai residui di potatura dei noccioli a conduzione biologica e tradizionale e dai residui di potatura del verde urbano.	D.5.2.3
12	Valutazione tecnica ed economica dei processi di filiera inerenti l'utilizzo di potature residuali da noccioli e verde urbano nella produzione di pellet.	D.5.2.4
	Bilancio energetico dei processi inerenti l'utilizzo di potature residuali da noccioli e verde urbano nella produzione di pellet.	D.5.2.4
	Articoli divulgativi e scientifici inerenti il processo di pellettizzazione delle potature di nocciolo e verde urbano.	D.5.2.5
	Report annuale IV anno.	D.5.2.4
13	Prove di miscelazione di diverse biomasse per la produzione di pellet rispondente a standard qualitativi elevati.	D.5.2.2
	Caratterizzazione qualitativa delle diverse miscele di pellet prodotto.	D.5.2.3
	Organizzazione di una visita guidata, workshop e giornate dimostrativa in campo.	D.5.2.5
14	Valutazione del potenziale di produzione di pellet per tipologia di biomassa d'origine e distribuzione territoriale.	D.5.2.3
15	Valutazione tecnica, economica ed energetica del processo produttivo di pellettizzazione per tipologia di biomassa impiega.	D.5.2.4
	Redazione di linee guida gestionali per la filiera pellet.	D.5.2.5

	Report annuale V anno.	D.5.2.2/ D.5.2.3 D.5.2.4/ D.5.2.5
--	------------------------	--------------------------------------

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

La ricerca porterà alla realizzazione di un sistema autonomo di produzione di pellet da biomassa di diversa origine (formazioni forestali, piantagioni dedicate, potature dei corileti, residui del verde urbano). Tra i risultati attesi vi è la promozione di un nuovo prodotto nella filiera corilicola certificata biologica. I risultati saranno rappresentati dalle informazioni tecniche, economiche ed energetico-qualitative riferite alle diverse miscele di pellet prodotto. In tal senso, i primi beneficiari dei risultati potranno essere gli stessi agricoltori che verranno attivamente coinvolti nelle attività divulgative del progetto. Al momento non sono previsti ostacoli di rilievo.

5.2.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Il trasferimento dei risultati avverrà attraverso pubblicazioni a carattere divulgativo e scientifico, fruibili sia dagli operatori del settore agricolo ed agromeccanico sia dagli utenti che operano nel settore. Sarà inoltre valutata l'opportunità della presentazione di memorie in convegni specifici sul tema di interesse. Il sistema prodotto dalla ricerca potrà rappresentare un *know-how* importante per il CREA che potrà considerare la possibilità di proteggerne la proprietà intellettuale (brevetto o modello di utilità). Ulteriori attività divulgative verranno svolte attraverso l'organizzazione di workshop, giornate dimostrative, incontri tematici.

5.2.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 5.2.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 5.2.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 5.3: Verifica della fattibilità del recupero di biomasse erbacee per impianti dimostrativi a biogas

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

La produzione di energia tramite digestione anaerobica delle biomasse sta attraversando un periodo di grande espansione. Il gas prodotto grazie a questa tecnologia, comunemente chiamato biogas, è una miscela prevalentemente composta da metano e anidride carbonica risultante dalla degradazione, in ambiente anaerobico, di biomasse agricole, residui colturali e dell'industria alimentare, o reflui zootecnici. Il prodotto in uscita dai fermentatori è ancora ricco di materiale organico e di elementi nutritivi e può, pertanto, essere convenientemente utilizzato come fertilizzante.

Un recente ricerca presentata a Milano presso l'Osservatorio di Agroenergia 2013 ha rivelato che l'Italia è al secondo posto, dopo Germania, per numero di impianti di biogas. Secondo il censimento fatto dal Centro Ricerche Produzioni Animali (CRPA) a inizio 2013 emerge che sul territorio sono presenti 994 impianti, equivalenti a circa 750 MWe installati di cui, il 65,6% di taglia compresa tra i 600 e i 1000 kWe e il 21,1% di piccola taglia, inferiore ai 300 kWe. Con i primi impianti operativi già a partire dalla metà degli anni Novanta, l'Italia può vantare un'esperienza trentennale nella progettazione e nella costruzione degli impianti di digestione anaerobica. Circa il 60% di questi utilizza prevalentemente rifiuti zootecnici e materiali di scarto di origine animale, con l'eventuale impiego di colture energetiche per massimizzarne efficienze e rese metanogene. Al momento, quindi, lo sviluppo della filiera del biogas è fortemente legato alle attività zootecniche e a tutti quei settori ad esse legate.

Il tema della competizione per l'utilizzo della terra ha acquistato una notevole rilevanza nella letteratura internazionale a partire dalla diffusione massiccia delle energie rinnovabili. Molti degli studi sono incentrati sulle conseguenze della diffusione dei bio-carburanti su scala industriale, in quanto considerati principali competitori della produzione di cibo. Nel nostro paese pochi terreni sono stati convertiti a colture energetiche destinate alla produzione di bio-carburanti, ma si sono diffusi in maniera molto rapida impianti a biomasse e digestori per la produzione di biogas.

A livello quantitativo, si tratta della fonte di energia rinnovabile che ha il più alto impatto sull'utilizzo dei suoli nel nostro Paese. Mais, sorgo e triticale sono, infatti, le colture a più alta resa durante il processo di digestione anaerobica, con un raggio di approvvigionamento che è solitamente prossimo al digestore, per ottimizzare i costi di produzione e stabilizzare i costi delle materie prime. Nonostante il beneficio energetico, sono, però, ormai decine i comitati di cittadini che si oppongono in maniera più o meno radicale alla autorizzazione di alcune tipologie di impianti, (ad es., quelli fino a 999 KW), che si sono diffusi in conseguenza anche di un'incentivazione statale molto generosa.

Esiste, dunque, la necessità di coniugare risparmio energetico e salvaguardia delle colture alimentari. Una possibile soluzione è quella di utilizzare tecnologie in grado di recuperare energia dai sottoprodotti e dagli scarti di lavorazione. L'industria agroalimentare produce ingenti quantità di reflui e scarti derivanti dalla lavorazione delle materie prime, che possono essere avviate alla digestione anaerobica: siero di latte, reflui liquidi di lavorazione dei succhi di frutta o di distillazione dell'alcool, scarti organici liquidi e/o semisolidi della macellazione, buccette di pomodoro, scarti di lavorazione delle patate, cipolle, mais, ecc. Tali residui o scarti sono classificabili come "sottoprodotti" ai sensi dell'art. 183 del Dlgs 152/06 e del Dlgs n. 4/08. La nuova definizione di "sottoprodotto" consente di sottrarre flussi qualitativamente validi per la digestione anaerobica dal contesto normativo dei "rifiuti". Gli scarti e i residui avviati ad un altro ciclo produttivo (produzione di metano) per poter essere classificati sottoprodotto anziché rifiuto devono però rispettare alcune specifiche condizioni:

- devono essere generati da un processo produttivo, pur non essendone l'oggetto principale;
- l'impiego in altro processo produttivo deve essere certo sin dalla fase della sua produzione e integrale. Il processo in cui lo scarto è reimpiegato deve essere preventivamente individuato e definito;
- il sottoprodotto deve avere caratteristiche merceologiche e di qualità ambientale tali da garantire che il suo uso non generi un impatto ambientale qualitativo e quantitativo diverso da quello ammesso e autorizzato nell'impianto di destinazione;
- le caratteristiche di compatibilità ambientale di cui sopra devono essere possedute dal sottoprodotto sin dal momento della sua produzione; non sono consentiti trattamenti o trasformazioni preliminari al loro reimpiego a tale scopo;
- il sottoprodotto deve avere un valore economico di mercato.

Sulla base di indagini svolte in Italia, la disponibilità effettiva di residui erbacei destinabile ad usi alternativi a quelli tipici delle aziende agricole si assume sia del 40%, mentre per le potature varia tra il 45% ed il 50% (fonte: ENAMA).

Erbacee	Ton s.s./anno
Paglia di cereali	65.420
Stocchi di girasole	25.190
Stocchi e tutoli di mais	25.965
Totale	116.575

Arboree	Ton s.s./anno
Potature di olivo	18.310
Potature di vite	9.820
Potature di frutteti	350
Totale	28.480

Partendo dai risultati conseguiti nel Progetto Faesi e alla luce della contrazione nell'impiego delle colture energetiche a seguito del D.M. sulle Energie rinnovabili n. 28 del 6 luglio 2012, si intende sviluppare sistemi meccanici innovativi, non esistenti sul mercato, per il recupero e l'utilizzo in impianti a biogas di biomasse fermentescibili attualmente non utilizzate. Di alcune di esse, verranno, inoltre, analizzate caratteristiche qualitative allo scopo di valutare la potenzialità del loro impiego e la possibilità di ricavare molecole funzionali.

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

Task leader:

Luigi Pari- UO CREA-ING, (vedi Task 2.3).

Partecipanti:

Enrico Santangelo - UO CREA-ING, (vedi Task 5.1).

Pubblicazioni

- Pari L., Assirelli A., Del Giudice A., Civitaresse V., Santangelo E. 2014. Study on the efficiency of two mulchers for the handling of the riparian vegetation of *Arundo donax* (L.) to bioenergy aims In: Proceedings of the 22nd European Biomass Conference and Exhibition, 23-26 June 2014, Hamburg, Germany. pp.: 108-111.
- Pari L., Assirelli A., Acampora A., Del Giudice A., Santangelo E. 2015. A new prototype for increasing the particle size of chopped *Arundo donax* (L.). Biomass and Bioenergy, 74, 288-295.
- Spinelli R., Lombardini C., Pari L., Sadauskiene L., 2014, An alternative to field burning of pruning residues in mountain vineyards. Ecological Engineering, 70, 212-216.

5.3.3 Obiettivi della task

L'obiettivo principale della presente Task è quello di sviluppare sistemi innovativi per permettere l'utilizzo di quelle biomasse agricole di scarto che attualmente non sono utilizzate allo scopo di incrementare la disponibilità di biomasse fermentescibili e la riduzione di superfici coltivate per l'alimentazione di impianti a biogas.

5.3.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

Linea 1: Sviluppo di sistemi per la raccolta dei sottoprodotti della trebbiatura

Indicativamente le colture cerealicole producono un 50% di granella ed un 50% di scarti agricoli che vengono imballati ed utilizzati per la lettiera degli animali.

Di quest'ultimo 50%, il 30% è costituito da paglie ed il restante 20% da pula, glume e glumelle che fuoriescono dal sistema trebbiante separate dalle paglie ma scaricate a terra assieme a queste e quindi non più recuperabili separatamente. Da qui la necessità di sviluppare sistemi che li possano valorizzare. Ciò avverrà attraverso le seguenti fasi:

- e) Analisi dei sistemi disponibili a livello europeo;
- f) Prove di raccolta separando le diverse frazioni;
- g) Valutazione dei quantitativi ottenibili;
- h) Valutazione del contenuto energetico e delle proprietà metanogene.

Linea 2: Sviluppo di sistemi per la raccolta delle biomasse fluviali.

L'utilizzazione della vegetazione ripariale a scopi energetici è un settore dalle enormi potenzialità che sta suscitando particolare interesse, soprattutto in virtù del fatto che non va a sottrarre superficie alle colture alimentari recuperando allo stesso tempo un materiale residuo.

La manutenzione degli alvei fluviali può generare notevoli quantitativi di biomassa ma ha di norma un costo elevato, quasi mai compensato dalla qualità e quantità del materiale estratto. In considerazione del valore aggiunto che può avere l'utilizzazione della vegetazione fluviale sia dal punto di vista della protezione del territorio, sia in relazione all'approvvigionamento di biomassa *no-food* per scopi energetici da superfici non produttive, appare, dunque, strategica la scelta di esplorare le possibilità di recupero di residui non ancora utilizzati attraverso la valutazione dei quantitativi ottenibili, il miglioramento della cantieristica disponibile e la definizione di filiere di recupero del materiale ripariale (in particolare di canna comune).

L'attività prevista al punto 2 verrà svolta attraverso:

- a) Analisi dei sistemi disponibili;
- b) Prove di raccolta;
- c) Valutazione dei quantitativi ottenibili;
- d) Valutazione del contenuto energetico e delle proprietà metanogene.

Linea 3: Verifica dell'utilizzabilità della biomassa di *Arundo* allevato in terreni con presenza di contaminanti

Attività di depurazione di terreni contaminati affidata a specie *no-food* hanno la duplice valenza di recupero di terreni non produttivi e di produzione di materia prima rinnovabile. Tuttavia l'utilizzazione della biomassa allevata su tali terreni richiede sia la valutazione del decremento del potenziale produttivo sia della sua idoneità alla trasformazione. Da questo punto di vista l'*Arundo* costituisce una delle specie più interessanti in virtù delle sue peculiari caratteristiche morfologiche, fisiologiche e produttive. Le evidenze sperimentali disponibili limitano la loro analisi alla capacità dell'*Arundo* di accumulare le sostanze contaminanti. Con la presente attività si intende verificare sia le dinamiche di accumulo che l'idoneità del materiale alla successiva utilizzazione.

- a) Analisi degli elementi contaminanti più diffusi in Italia. Selezione di uno o più elementi. Allevamento di piante di *Arundo* in terreni contaminati artificialmente;
- b) Valutazione dell'efficienza produttiva di *Arundo* nei suddetti substrati;
- c) Valutazione delle dinamiche di accumulo nei tessuti;
- d) Valutazione del contenuto energetico e delle proprietà metanigene.

Linea 4: Analisi di molecole funzionali presenti in bucce di pomodoro di linee/varietà in possesso di particolari caratteristiche relativamente alla colorazione/composizione della buccia

A livello mondiale, l'industria del pomodoro processa circa 35 milioni di tonnellate di frutti che generano migliaia di tonnellate di scarti (bucce e semi). Questi ultimi costituiscono un costo aggiuntivo per le aziende a causa dei processi di smaltimento. La loro rimozione durante la trasformazione industriale comporta una perdita significativa di sostanze ad alto valore biologico e/o nutraceutico che, nell'ottica del concetto di chimica verde, si sta cercando di recuperare. In prospettiva futura, comunque, l'industria potrà disporre di materiali genetici innovativi che potranno aumentare il valore aggiunto delle molecole ottenibili dagli scarti. L'attività proposta ha lo scopo di caratterizzare tali materiali per valutarne le potenzialità applicative.

- a) Identificazione di linee/varietà di pomodoro in possesso di peculiari caratteristiche della buccia in relazione sia alla colorazione (giallo, arancione, rosso scuro, nero) sia alle caratteristiche anatomiche;
- b) Allevamento di linee/varietà, loro caratterizzazione, raccolta delle bacche e separazione delle bucce (in collaborazione con il Dafne dell'Università della Tuscia);
- c) Valutazione del contenuto energetico e delle proprietà metanigene;
- d) Analisi delle molecole biologicamente attive e/o nutraceutiche ad alto valore aggiunto.

5.3.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

Output della Linea 1

D.5.3.1: Relazione sui sistemi disponibili a livello europeo.

D.5.3.2: Valutazione dei quantitativi ottenibili, del contenuto energetico e delle proprietà metanigene.

D.5.3.3: Report sui sistemi per la raccolta dei sottoprodotti della trebbiatura.

Output della Linea 2

D.5.3.4: Relazione sui sistemi disponibili.

D.5.3.5: Valutazione dei quantitativi ottenibili, del contenuto energetico e delle proprietà metanigene.

D.5.3.6: Report finale sui sistemi per la raccolta delle biomasse fluviali.

Output della Linea 3

D.5.3.7: Relazione sull'efficienza produttiva di *Arundo* in presenza di elementi contaminanti e delle dinamiche di accumulo nei tessuti –primo anno.

D.5.3.8: Relazione sull'efficienza produttiva di *Arundo* in presenza di elementi contaminanti e delle dinamiche di accumulo nei tessuti – secondo anno.

D.5.3.9: Relazione sulla capacità produttiva dell'*Arundo* allevato in substrati contaminati, sulle dinamiche di assorbimento del sistema *Arundo*/substrato e sull'utilizzabilità della matrice.

Output della Linea 4

D.5.3.10: Relazione sull'attività di valutazione del primo anno.

D.5.3.11: Produzione di schede informative sulla potenzialità delle matrici analizzate per la produzione di molecole funzionali.

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

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	Linea 3. Analisi degli elementi contaminanti più diffusi in Italia. Allevamento delle piante.	
	2	Linea 2. Analisi dei sistemi disponibili	D.5.3.4
	3	Linea 1. Analisi dei sistemi disponibili a livello europeo Linea 3. Valutazione dell'efficienza produttiva di <i>Arundo</i> e delle dinamiche di accumulo nei tessuti Linea 4. Identificazione di linee/varietà di pomodoro	D.5.3.1
	4	Linea 4. Allevamento di linee/varietà di pomodoro	D.5.3.7
	5	Linea 2. Prove di raccolta Linea 3. Allevamento delle piante di <i>Arundo</i> in terreni contaminati Linea 4. Valutazione delle bucce di pomodoro	
	6	Linea 1. Prove di raccolta separando le diverse frazioni	D.5.3.10
	7	Linea 3. Valutazione dell'efficienza produttiva di <i>Arundo</i> e delle dinamiche di accumulo nei tessuti Linea 4. Allevamento di linee/varietà di pomodoro	
	8	Linea 2. Valutazione dei quantitativi ottenibili Linea 4. Valutazione delle bucce di pomodoro	D.5.3.8
	9	Linea 1. Valutazione dei quantitativi ottenibili	D.5.3.11
	10	Linea 3. Valutazione del contenuto energetico e delle proprietà metanigene	D.5.3.9
	11	Linea 2. Valutazione del contenuto energetico e	D.5.3.5

		delle proprietà metanigene	
	12	Linea 1. Valutazione del contenuto energetico e delle proprietà metanigene	D.5.3.2
	13		
	14	Linea 2. <i>Report</i> finale sui sistemi per la raccolta delle biomasse fluviali	D.5.3.6
	15	Linea 1. <i>Report</i> sui sistemi per la raccolta dei sottoprodotti della trebbiatura	D.5.3.3

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

Linea 1

L'attività in esame prevederà un'approfondita analisi dei sistemi di raccolta delle colture cerealicole disponibili a livello europeo. Saranno predisposte diverse prove di raccolta su colture cerealicole focalizzando il lavoro sperimentale su quella frazione (circa il 50%) di scarto normalmente imballata ed utilizzata per la lettiera degli animali. Lo scopo è quello, attraverso lo sviluppo di sistemi innovativi, di valorizzare la componente costituita da pula, glume e glumelle (circa il 20% del materiale di scarto) che fuoriescono dal sistema trebbiante separate dalle paglie ma scaricate a terra assieme a queste e quindi non più recuperabili separatamente.

Linea 2

L'attività in esame prevederà lo sviluppo di prove di raccolta in collaborazione con i diversi Consorzi di Bonifica impegnati nella difesa del territorio attraverso la periodica manutenzione degli alvei fluviali. Spesso le autorità di Bonifica coinvolte nella gestione di un comprensorio utilizzano macchine idonee per la rimozione dei residui ma, probabilmente, inadeguate in caso di produzione di biomassa da destinare alle bio-energie. L'attività proposta potrà fornire utili indicazioni sulle reali potenzialità produttive, in termini di biomassa ottenibile dalla gestione della vegetazione ripariale, con particolare riferimento alla canna comune (*Arundo donax* L.). Attraverso la valutazione dei sistemi di trinciatura disponibili, contribuirà alla definizione di più adeguate linee di meccanizzazione al fine di elaborare idonee filiere di recupero del materiale ripariale.

Linea 3

L'attività prevede di verificare come le capacità produttive dell'*Arundo* vengano modificate in presenza di contaminanti, quali siano i pattern di accumulo durante i primi anni di crescita della pianta e come questi influenzino i parametri energetici. I risultati ottenuti contribuiranno a chiarire se l'impiego della canna comune si limiti all'abbattimento dei livelli di contaminazione oppure sia proponibile anche l'uso della biomassa a fini energetici senza ripercussioni negative a livello ambientale.

I principali ostacoli derivano da possibili difficoltà nell'allevamento delle piante (fallanze, disseccamenti, malattie). In tal caso si prevederà il reimpianto del/i trattamento/i interessati e lo posticipazione temporale delle attività previste.

Linea 4

La lavorazione industriale del pomodoro determina la produzione di sottoprodotti (bucce e semi) che possono arrivare a rappresentare il 10–40% del totale del prodotto lavorato. A monte del loro re-impiego come substrato da destinare alla digestione anaerobica, è possibile prevedere un

passaggio intermedio per l'estrazione di molecole ad alto valore aggiunto. La caratterizzazione di materiali genetici innovativi può costituire una promettente fonte di composti secondari ad alto valore aggiunto che possono trovare applicazione nell'industria alimentare, farmaceutica e cosmetica.

L'ostacolo principale per l'attività proposta potrebbe riguardare l'allevamento delle linee/varietà di pomodoro. La tecnica colturale è ovviamente nota, ma le condizioni ambientali potrebbero inficiare l'ottenimento delle produzioni desiderate. In tal caso tutta l'attività verrà spostata di una stagione colturale.

5.3.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Alcune delle attività descritte prevedono l'organizzazione di prove di campo a cui saranno invitati operatori del settore e/o soggetti pubblici (Regioni, Servizi di sviluppo agricolo, Enti locali) interessati ad ulteriori sviluppi. Nel caso in cui fosse necessario lo sviluppo di soluzioni meccaniche innovative, si valuterà l'opportunità di sottoporre a brevettazione i nuovi trovati.

Dall'attività scientifica è attesa la produzione di pubblicazioni su riviste nazionali ed internazionali con Impact Factor. I risultati ottenuti saranno oggetto di presentazione a seminari, workshop e convegni nazionali ed internazionali.

5.3.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 5.3.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 5.3.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 5.4: Sistema innovativo per la valorizzazione agricola del digestato

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

Con la sentenza del 31 agosto 2012 (n. 33588) la Corte di Cassazione è intervenuta sull'annosa questione della qualifica del digestato derivante dalla produzione di biogas e, in particolare, sulla possibilità di impiego di tale sostanza a fini agronomici al di fuori del campo di applicazione della normativa in materia di rifiuti.

Negli ultimi anni sta assumendo sempre maggiore importanza l'uso di effluenti di allevamento, generalmente in miscela con biomassa vegetale, per la produzione di energia. Il processo di digestione anaerobica degli effluenti, oltre a garantire la produzione di biogas, permette di ottenere un materiale di risulta, il digestato, che conserva un elevato valore fertilizzante e il cui utilizzo come concime, nel rispetto delle regole di buona pratica agronomica, può risultare importante.

Il processo di digestione anaerobica consiste nella degradazione in assenza di ossigeno della sostanza organica contenuta nell'ingestato (materiale in ingresso costituito da effluenti di allevamento e/o biomassa vegetale). Il digestato, con il metano, la CO₂ ed altri gas minori è uno dei sottoprodotti di questo processo. Durante la digestione anaerobica, peraltro, i composti azotati presenti nell'ingestato non vengono eliminati, ma solo parzialmente trasformati da una forma in un'altra e si ritrovano quindi integralmente nel digestato.

Nella maggior parte degli impianti di biogas il digestato è sottoposto a separazione solido-liquido con produzione di due frazioni, una cosiddetta palabile (frazione solida) e quella chiarificata.

La frazione solida rappresenta in genere non più del 10% circa del peso del digestato tal quale ed è caratterizzata da un contenuto di sostanza secca relativamente alto, solitamente superiore al 20%. Si caratterizza per una maggiore dotazione di sostanza organica o solidi volatili, una dotazione di azoto sottoforma essenzialmente organica e un rapporto N/P spostato a favore del fosforo.

La frazione solida è adatta a un uso ammendante. Si tratta di un valido sostituto del letame, che contribuisce a mantenere la dotazione di sostanza organica del suolo e rilascia i nutrienti in modo più graduale. Questa frazione può essere convenientemente utilizzata in pre-aratura, oppure in orticoltura e frutticoltura, quando occorre fornire un fertilizzante organico capace di cedere lentamente gli elementi nutritivi.

La frazione chiarificata rappresenta almeno il 90% del volume del digestato tal quale ed è caratterizzata da un tenore di sostanza secca mediamente compreso tra il 2 e l'8%. Essa si caratterizza per una minore dotazione di sostanza organica, una dotazione di azoto rappresentata per oltre il 45-50% da azoto ammoniacale e da un rapporto N/P spostato a favore dell'azoto.

Essendo ben dotata di azoto sotto forma ammoniacale, ha un pronto effetto nutritivo per le colture.

Grazie alla più facile infiltrazione nel suolo subito dopo lo spandimento, la distribuzione della frazione chiarificata in luogo del digestato tal quale può ridurre le emissioni di ammoniaca in atmosfera; quando il tenore di solidi è abbastanza ridotto può essere possibile la distribuzione anche senza interrimento o con interrimento poco profondo. Si tratta di un materiale che si presta anche ad un uso in copertura con tecniche di fertirrigazione o nuove tecniche di distribuzione.

Ogni MWe installato produce circa 50 m³/giorno/anno di digestato. Per questa risorsa si stanno profilando problemi per lo smaltimento, mancando quelle tecnologie idonee per provvedere alla distribuzione sul terreno agricolo in conformità con le normative vigenti. È una risorsa importante di liquido fertilizzante che deve essere impiegata sia per sopperire alla carenza idrica sempre più marcata che per evitare costosi interventi fertilizzanti. Tuttavia le tecnologie attualmente disponibili non ne permettono la piena valorizzazione.

La presente proposta progettuale si propone di sviluppare soluzioni tecnologiche in grado di risolvere le problematiche elencate attraverso sistemi di accumulo posti in campo e removibili

abbinati a manichette innovative per lo spandimento in campo di questo importante sottoprodotto, principalmente durante i mesi estivi.

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

Task leader:

Luigi Pari- UO CREA- ING, (vedi Task 2.3).

Partecipanti:

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

Massimo Brambilla - UO CREA ING, (vedi Task 1.7).

Claudio Fabbri - UO CRPA, laureato con 110/110 in Scienze Agrarie presso l'Università degli Studi di Milano nel 1992, dal 1993 ad oggi opera, in qualità di ricercatore senior, presso il Centro Ricerche Produzioni Animali di Reggio Emilia all'interno dell'unità Ambiente ed Energia.

Ha svolto la sua attività nell'ambito di numerosi progetti di ricerca, sperimentazione ed assistenza tecnica, finanziati dalla Regione Emilia-Romagna, dall'ENEA, dal CNR, dall'ENEL, dall'ANPA, dai Ministeri dell'Ambiente e delle Politiche Agricole e Forestali, dalla Commissione Europea, occupandosi di: tecnologie elettriche a risparmio energetico, macchine e meccanizzazione agricola nell'ambito della filiera delle tecnologie per la fienagione e l'essiccazione dei foraggi, dei trattamenti dei liquami e digestati (principalmente strippaggio ed essiccazione), emissioni in atmosfera di gas climalteranti (ammoniaca), gas ad effetto serra (metano e protossido di azoto) e composti osmogeni, caratterizzazione, trattamento e gestione degli effluenti zootecnici e dei reflui agro-industriali, della digestione anaerobica, di analisi energetica nelle aziende zootecniche e nell'agro-industria, di risanamento ambientale di aree con elevata attività agricola, zootecnica ed agro-industriale.

Dal 2011 è responsabile del progetto BMP (Biochemical Methane Potential) condotto all'interno delle attività sulla digestione anaerobica di CRPA e delle attività di supporto e assistenza agli impianti di produzione in scala reale di biogas. Ha contribuito a sviluppare metodologie interne per il monitoraggio e la messa a punto di tecnologie di pretrattamento di biomasse e di ottimizzazione della conversione energetica di digestati, operando soprattutto nella caratterizzazione reologica delle matrici palabili e pompabili

Pubblicazioni

- Febbi P., Menesatti P., Costa C., Pari L., Cecchini M. 2015. Automated determination of poplar chip size distribution based on combined image and multivariate analyses. *Biomass and Bioenergy*, 73: 1-10.
- Tambone F., Adani F., Gigliotti G., Volpe D., Fabbri C., Provenzano M.R. 2013. Organic matter characterization during the anaerobic digestion of different biomasses by means of CPMAS ¹³C NMR spectroscopy, *Biomass and Bioenergy*, 48, 111-120.
- Brambilla M., Araldi F., Marchesi M., Bertazzoni B., Zagni M. and Prof. P. Navarotto (2012). Monitoring of the Start up Phase of one Continuous Anaerobic Digester at Pilot Scale Level. *Biomass & Bioenergy*, 36, 439-446.
- Aleandri, R., Gallucci, F., Marchetti, R., Signorini, A., Izzo, G., Liberatore, R. 2014. Method and plant for the continuous production of hydrogen (h₂) and methane (ch₄) from zootechnical effluents; International Publication Number WO 2014/147558 A1, PCT/IB2014/059942 (25/09/2014).

5.4.3 Obiettivi della task

La proposta progettuale indicata nella presente Task si propone di sviluppare soluzioni tecnologiche in grado di risolvere le problematiche legate ad un completo riutilizzo agronomico del digestato come importante fonte fertilizzante. L'innovazione tecnologica prevede la costituzione di sistemi di accumulo posti in campo e removibili abbinati a manichette innovative per lo spandimento in campo, durante i mesi estivi.

5.4.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

Linea 1: Valutazione dei sistemi di separazione solido liquido in commercio.

Poiché la composizione del digestato è in relazione alle biomasse in entrata nell'impianto, si possono avere fluidi con una percentuale di solido variante tra il 2% e il 10%. Il solido presente può avere diverse caratteristiche e diversa composizione chimica. La composizione della frazione solida definisce le proprietà reologiche del digestato. La valutazione dei sistemi di separazione solido/liquido presenti in commercio avrà lo scopo di identificare quella soluzione tecnica che permette di ottenere un liquido chiarificato con proprietà reologiche simili partendo da diversi digestati. Verranno valutati indicativamente 3 tipologie di separatori (compressori elicoidali, separatori a rulli contrapposti e centrifughe ad asse orizzontale) per 3 tipologie distinte di digestati e/o liquami. I test saranno condotti misurando l'efficienza di separazione dei solidi totali, solidi volatili, azoto totale e ammoniacale e peso. I campioni di digestato all'ingresso dei separatori e la frazione chiarificata all'uscita dei separatori solido/liquidi saranno campionati in rapida successione e analizzati per i seguenti parametri: solidi totali, solidi volatili, viscosità dinamica, granulometria, densità, azoto totale e ammoniacale. Per ogni prova di separazione sarà valutata l'incertezza della misura sulla base del bilancio delle ceneri e l'effetto sulle singole componenti granulometriche.

Linea 2: Studio delle caratteristiche fisiche dei liquami e dei digestati.

Lo studio permette di comprendere meglio quali siano le prestazioni effettive di macchine idrauliche progettate per la loro movimentazione e i sistemi di distribuzione in campo. I digestati di impianti di biogas sono "fluidi di processo" molto particolari in quanto le loro caratteristiche reologiche sono influenzate da una molteplicità di fattori (contenuto di sostanza secca, dimensioni e tipologia di solidi presenti, viscosità, lo stato di degradazione della sostanza organica, la temperatura, etc.). L'applicazione di tecnologie di separazione solido/liquido e la caratterizzazione chimico/fisica sono gli elementi fondamentali da correlare per valutare la compatibilità idraulica dell'utilizzo di tali fluidi in sede di distribuzione agronomica. L'attività prevede di valutare le prestazioni di tre tipologie di pompe (pompe a lobi, a vite e centrifughe) in almeno 4 condizioni operative al fine di costruire una curva di correlazione con i parametri reologici. Le pompe saranno individuate in 3 distinti impianti di biogas, campionando ogni trimestre per 4 sessioni complessive, e dotati di misuratore di portata in modo da poter verificare le performance operative nel corso di una annualità al variare delle condizioni di lavoro. Il campionamento verrà effettuato a monte del sistema di pompaggio e verranno analizzati i seguenti parametri: solidi totali, solidi volatili, viscosità dinamica, granulometria, densità. Al fine di valutare come varia la viscosità dinamica dei digestati, parametro ritenuto fondamentale nel dimensionamento delle condotte e delle manichette, verranno effettuate una serie di diluizioni progressive dei campioni di digestato chiarificato, prelevati nelle attività della sezione precedente, in modo da valutare come la miscelazione con acqua di irrigazione possa agevolare l'applicazione allo studio. Per ognuno dei digestati chiarificati campionato nell'attività descritta sopra verranno effettuate 4 diverse diluizioni con analisi della viscosità dinamica.

In sintesi, gli obiettivi del presente studio sono rappresentati dalla esecuzione di misure di parametri innovativi (viscosità dinamica e granulometria a umido) atti a caratterizzare gli aspetti reologici e dalla successiva misura delle prestazioni delle macchine operanti con tali fluidi, in modo da correlarne le prestazioni effettive.

Linea 3: Sviluppo di serbatoi removibili collegati a manichette di nuova generazione.

Descrizione dei serbatoi mobili

L'invenzione consiste in una struttura modulare di forma cilindrica in materiale plastico impermeabile, all'interno della quale è posta una membrana che crea due sezioni non comunicanti tra di loro.

Sulle due basi del cilindro sono poste due valvole tarate ad una certa pressione e dotate di filettatura per il collegamento a manicotti, che permettono l'entrata ma non il deflusso, rispettivamente dell'acqua nella sezione superiore e dell'aria nella sezione inferiore.

Sulla superficie del cilindro, nella sua parte superiore, sono poste altre valvole tarate ad una pressione P e dotate di filettatura per il collegamento a irrigatori o manichette, che permettono l'uscita dell'acqua quando questa raggiunge all'interno del cilindro la pressione voluta.

Le strutture modulari possono essere collegate in serie attraverso l'innesto di manicotti avvitati alle valvole presenti sulle due basi che permettono il trasferimento dell'aria e dell'acqua tra aree di diversi moduli in relazione alla pressione raggiunta nel primo modulo.

Descrizione delle manichette

Le manichette in commercio sono state realizzate per la uniforme distribuzione dell'acqua di irrigazione, nell'ottica del risparmio idrico.

Le nuove manichette dovranno essere in grado di distribuire uniformemente un fluido con proprietà reologiche ben diverse dall'acqua di irrigazione ma mantenuto all'interno di parametri definiti dalle attività di ricerca precedentemente descritte.

Solamente dopo aver definito la pressione di esercizio necessaria si potrà individuare il materiale delle manichette e solamente dopo aver definito il grado di aggregazione delle particelle in sospensione si potranno definire i diametri dei fori che ne possano permettere la fuoriuscita alla pressione di esercizio definita, mantenendo l'omogeneità di distribuzione entro parametri definiti.

5.4.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.5.4.1: Rapporto dettagliato delle efficienze di separazione di diverse tipologie di separatori meccanici su diverse tipologie di digestato e relativo effetto sulle caratteristiche reologiche della frazione pompabile.

D.5.4.2: Rapporto dettagliato sugli effetti delle caratteristiche reologiche dei digestati sulla pompabilità di digestati da utilizzare in sistemi innovativi di distribuzione a manichetta.

D.5.4.3: Realizzazione di un prototipo di stoccaggio e valorizzazione del digestato chiarificato prodotti da impianti di biogas, attraverso un sistema innovativo di distribuzione a manichetta eventualmente controllata da sensori di stress idrico.

D.5.4.4: Rapporto dettagliato di prove di omogeneità di utilizzazione della tecnologia prototipale su un appezzamento in scala reale.

D.5.4.5: Rapporto finale e divulgazione dei risultati con pubblicazione su rivista internazionale.

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

	Attività	Deliverable
1		

	2		
	3		
	4	Linea 1: Valutazione dei sistemi di separazione solido liquido in commercio.	D.5.4.1 Rapporto sulle efficienze di separazione di diverse tipologie di separatori meccanici su diverse tipologie di digestato
	5		
	6		
	7		
	8	Linea 2: Studio delle caratteristiche fisiche dei liquami e dei digestati.	D.5.4.2 Rapporto sugli effetti delle caratteristiche reologiche dei digestati
	9		
	10		
	11		
	12	Linea 3: Sviluppo di serbatoi removibili collegati a manichette di nuova generazione.	D.5.4.3 Realizzazione di un prototipo di stoccaggio e valorizzazione del digestato
	13		
	14		D.5.4.4 Rapporto sulle prove di omogeneità di utilizzazione della tecnologia prototipale su un appezzamento in scala reale
	15		D.5.4.5 Rapporto finale e divulgazione dei risultati

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

L'impiego del digestato sui terreni ai fini fertilizzanti rappresenta la chiusura naturale di un ciclo che, partendo dagli organismi vegetali, passa o meno attraverso l'allevamento animale e l'impianto di biogas, per sfruttare il più possibile il contenuto nutritivo ed energetico delle biomasse.

Riassumendo, l'utilizzo in agricoltura di questo sottoprodotto del biogas comporterebbe alcuni vantaggi:

- Valorizzazione di uno "scarto" di lavorazione, con produzione di energia e recupero parziale dei costi di gestione dei reflui zootecnici.
- Maggiore efficienza nella gestione dell'azoto (materiale ricco di azoto ammoniacale).
- Possibilità di disporre di un materiale con proprietà ammendanti, stabilizzato ed igienizzato.
- Possibilità di trasporto a distanza della frazione solida, data l'elevata concentrazione di sostanza secca, e quindi maggiore adattabilità ad un uso consortile degli effluenti di allevamento.
- Possibilità di combinare digestione anaerobica con tecniche di rimozione e valorizzazione dell'azoto.

La funzione dell'innovazione tecnologica prevista è quella di accumulare, nella sezione superiore del sistema, il liquido chiarificato facendo da tampone nella programmazione della distribuzione del liquido per poi distribuirlo, provvedendo ad inserire aria nella sezione inferiore attraverso un compressore, durante i mesi estivi quando maggiore è la richiesta idrica. Tale sistema potrà anche

essere utilizzato per accumulare in automatico l'acqua piovana presente nei canali di sgrondo o nei torrenti posti nelle vicinanze del terreno agricolo durante i mesi invernali attraverso una pompa auto attivante posta all'interno di un pozzetto inserito nel canale di sgrondo.

Il compressore potrà essere collegato ad un sistema di rilievo dello stress idrico della coltura in modo che la somministrazione del chiarificato possa avvenire sempre in modo ottimale per la coltura.

Un attento studio sulle caratteristiche reologiche di tali fluidi e dei fattori che vanno ad influenzare le stesse (contenuto di sostanza secca, dimensioni e tipologia di solidi presenti, viscosità, lo stato di degradazione della sostanza organica ed altro) consentirà di ovviare ad eventuali ostacoli che potrebbero presentarsi in fase di distribuzione del fluido in campo. Lo studio delle proprietà reologiche delle frazioni chiarificate di diversa provenienza permetterà, infatti, lo sviluppo di manichette di nuova concezione in grado di effettuare una distribuzione ideale del digestato.

5.4.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Dall'attività di ricerca e dall'utilizzo del sistema innovativo per la distribuzione in campo della frazione liquida del digestato è ipotizzabile lo sviluppo di un eventuale brevetto. Inoltre, è prevedibile uno studio che metta a confronto le risposte fisiologiche e produttive delle diverse colture all'utilizzo di digestato di differente provenienza. I risultati di tale studio potrebbero essere oggetto di presentazione ad almeno un convegno internazionale e/o nazionale e produrre una pubblicazione scientifica su rivista con Impact Factor.

5.4.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 5.4.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 5.4.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 5.5: Innovazione, dimostrazione e divulgazione della qualità del pellet

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

I pellet rappresentano ad oggi uno dei biocarburanti più diffusi a livello internazionale per la produzione di energia presentando un mercato in piena espansione in Europa. Tale economia è trainata sia dal costo relativamente basso per unità di energia che dalla spinta della Comunità europea e dei sistemi di sovvenzioni nazionali. Oggi la crescente domanda in pellet sembra non essere totalmente soddisfatta dalla produzione nazionale, non per limitazioni di ordine tecnologico, ma per carenza di risorse primarie ed a causa della concorrenza con le grandi centrali elettriche e l'industria del legno. Anche se statistiche specifiche e precise per il settore pellet sono mancanti, il mercato europeo è dipendente dalle importazioni e le relazioni annuali ENplus sottolineano come l'importazione italiana di pellet di legno provenienti dall'estero (all'interno dell'UE-27, Canada, Stati Uniti, Sud America e Nuova Zelanda) stiano in realtà colmando il divario tra la produzione e il consumo domestico. In relazione ad altri biocarburanti, il pellet presenta una maggiore densità energetica riducendo i costi di trasporto e favorendone la stoccabilità. Inoltre la regolarità della loro forma consente l'automatizzazione della procedura di alimentazione per le caldaie domestiche. Queste sono alcune delle ragioni per cui pellet hanno una larga diffusione sul mercato dei biocarburanti e godono di popolarità crescente.

Il pellet finale è caratterizzato da una serie di parametri determinati sia dalle caratteristiche intrinseche delle materie prime, che dalle condizioni di trattamento e di produzione. Le proprietà chimico-fisiche delle materie prime si trovano pressoché invariate nel prodotto finale. È stato dimostrato come sia le specie arboree che la provenienza del legno influenzino il processo di pellettizzazione e la qualità del prodotto finito. L'importanza della provenienza sottolinea possibilità legate al trasferimento tecnologico di sistemi RfID per la tracciabilità.

Tra i parametri che definiscono la qualità dei pellet troviamo: la distribuzione granulometrica della segatura ed il suo contenuto di acidi grassi, la quantità totale di cenere (legata alle diverse quantità di residui incombusti), il colore del pellet (legno puro, residui di lavorazione, scortecciati e trucioli hanno generalmente colori più chiari), durabilità (propensione a disgregarsi del pellet sottoposto a sollecitazioni meccaniche), umidità e molti altri. La variabilità qualitativa determinata dai parametri elencati ha stimolato molti paesi allo sviluppo di standard e regolamenti specifici nel tentativo di impostare delle linee di base per la produzione, lo stoccaggio e la distribuzione di pellet. Il processo di normazione ha portato, alla fine del 2012 e poi rinnovate, alla pubblicazione di alcune norme europee armonizzate (EN) che definiscono alcuni dei parametri qualitativi dei pellet e le relative classi di qualità. Inoltre l'esperienza sviluppata nello studio del settore del riscaldamento domestico ha dimostrato l'attenzione per parametri ancora non normati (dalle EN - ISO) ma che tuttavia determinano delle forti preferenze d'acquisto come il colore. Questa considerazione è supportata al momento da pochi studi scientifici.

L'applicazione di tecniche di analisi innovative per la caratterizzazione qualitativa dei pellet e la divulgazione delle nozioni relative alla qualità potrebbero produrre ricadute applicative interessanti lungo l'intera catena dalla produzione alla vendita del prodotto finito.

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

Task leader:

Corrado Costa - UO CREA-ING, (vedi Task 1.4).

Collaborazioni esterne:

- Ente Nazionale per la Meccanizzazione Agricola (ENAMA) è riconosciuto ai sensi del DPR 361/2000 ed è la struttura operativa creata per offrire al settore meccanico agrario un efficace strumento di supporto per una migliore competitività, tecnologia e riconoscimento delle prestazioni e sicurezza delle macchine agli operatori. L'ENAMA si occupa delle problematiche nel settore tra cui ricordiamo le complesse norme di prestazioni, sicurezza, protezione ambientale (UNI, EN, ISO, OCSE, etc) e circolazione stradale delle macchine agricole, la certificazione, le nuove tecnologie applicate, i combustibili agevolati ecc. I centri specializzati presso le strutture operative offrono la possibilità di svolgere test e verifiche di ogni tipo dai trattori alle macchine operatrici ed alla componentistica a livello internazionale offrendo anche attestati di altri importanti strutture estere aderenti all'Entam.

Nel progetto esecutivo finanziato all'ENAMA dal MiPAAF "Programma per la promozione, lo sviluppo, la ricerca, l'innovazione ed il miglioramento dell'efficienza energetica delle filiere agroenergetiche nazionali – Energia dall'Agricoltura –ENAGRI" (Decreto n.34927 del 9 agosto 2013 si presuppone un'attività congiunta con il CREA (sviluppata in questo progetto AGROENER).

- L'Università di Padova effettuerà le analisi chimico-fisiche che verranno confrontate con i metodi indiretti proposti in questa scheda di ricerca.
- L'Università di Firenze analizzerà i composti aromatici mediante la tecnologia PTR-TOFMS.

Pubblicazioni

- Sgarbossa A, Costa C, Menesatti P, Antonucci F, Pallottino F, Zanetti M, Grigolato S, Cavalli R, 2015. A multivariate SIMCA index as discriminant in wood pellet quality assessment. *Renewable energy*, 76, 258-263.
- Febbi P, Menesatti P, Costa C, Pari L, Cecchini M, 2015. Automated determination of poplar chip size distribution based on combined image and multivariate analyses. *Biomass & Bioenergy*, 73: 1-10.
- Verani S, Sperandio G, Picchio R, Marchi E, Costa C, 2015. Sustainability assessment of a self-consumption wood-energy chain on small scale for heat generation in Central Italy. *ENERGIES*, 8: 5182-5197.
- Sgarbossa A, Costa C, Menesatti P, Antonucci F, Pallottino F, Zanetti M, Grigolato S, Cavalli R, 2014. Colorimetric patterns of wood pellets and their relations with quality and energy parameters. *Fuel*, 137, 70-76.
- Costa C, Antonucci F, Pallottino F, Aguzzi J, Sarrià D, Menesatti P, 2013. A review on agri-food supply chain traceability by means of RFID technology. *Food and Bioprocess Technology*, 6: 353-366.
- Febbi P, Costa C, Menesatti P, Pari L, 2013. Determining wood chip size: image analysis and clustering methods. *Journal of Agricultural Engineering*, 44(s1): 519-521 (e102).
- Menesatti P, Angelini C, Pallottino F, Antonucci F, Aguzzi J, Costa C, 2012. RGB color calibration for quantitative image analysis: the "3D Thin-Plate Spline" warping approach. *Sensors*, 12, 7063-7079.
- Costa C, Antonucci F, Pallottino F, Aguzzi J, Sun DW, Menesatti P, 2011. Shape analysis of agricultural products: a review of recent research advances and potential application to computer vision. *Food and Bioprocess Technology*, 4, 673-692.

5.5.3 Obiettivi della task

L'obiettivo generale della Task, in collaborazione con ENAMA, è la caratterizzazione multi-sensore di materie prime e pellet da esse derivati per una valutazione qualitativa del processo di produzione e dei prodotti finiti. A tal fine verranno sviluppate tecniche ed effettuate analisi distruttive e non delle materie prime di differente origine (materiali / provenienze) e del pellet da

esse derivati per qualificare e tracciare il prodotto. La attività è proposta in conformità ed a supporto di quanto previsto dal paragrafo 1.2 del progetto esecutivo “ENERGIA dall’Agricoltura - ENAGRI” che specifica come gli esperti dei due enti collaboreranno in diversi settori tra i quali quello della certificazione dei biocombustibili (in riferimento alle norme EN e le ISO) per lo sviluppo di tecnologie a supporto delle filiere agro-energetiche, la riduzione dell’impatto ambientale e l’aumento della redditività aziendale.

A tal fine l’attività verrà sviluppata in quattro linee principali:

1. Sviluppo e/o valutazione di metodi indiretti di stima delle proprietà chimico-fisiche delle materie prime e pellet da esse derivati;
2. Sviluppo e/o valutazione di modelli e tecniche per la qualificazione e la provenienza delle materie prime;
3. Valutazione economica sull’introduzione di tecnologie di tracciabilità elettronica (RFID) nella filiera del pellet ed in relazione alla certificazione;
4. Azioni di dimostrazione e di divulgazione dei risultati.

È prevista la collaborazione con ENAMA.

5.5.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

L’attività prevista nella Task 5.5 verrà articolata in quattro linee, in relazione agli obiettivi sopra specificati, che avranno come output i relativi deliverables.

Linea 1: Sviluppo e/o valutazione di metodi indiretti di stima delle proprietà chimico-fisiche delle materie prime e pellet da esse derivati

L’attività che verrà sviluppata in questa linea si articolerà come segue:

- Valutazione delle principali tecniche e dei sistemi per la stima indiretta delle proprietà chimico-fisiche delle materie prime e pellet da esse derivati, basate su tecnologie opto elettroniche (visibile, IR) e dei composti volatili;
- Test delle tecniche identificate come le più idonee per un’efficiente caratterizzazione qualitativa;
- Caratterizzazione qualitativa di pellet prodotti da materie prime alternative a quelle forestali (es. sarmenti e potature di origine agricola);
- Analisi dei risultati in relazione alle linee guida dettate dalla normativa ENplus vigente.

Linea 2: Sviluppo e/o valutazione di modelli e tecniche per la qualificazione e la provenienza delle materie prime

L’attività che verrà sviluppata in questa linea si articolerà come segue:

- valutazione delle principali tecnologie e metodi utilizzabili per qualificare materie prime, le loro provenienze ed i processi produttivi, basati su tecnologie opto elettroniche (visibile, IR) e dei composti volatili;
- test delle differenti tecniche per la valutazione qualitativa del prodotto di origine e finale;
- test delle differenti tecniche per la identificazione della provenienza (rintracciabilità);
- test delle differenti tecniche per la valutazione di differenti processi produttivi per l’identificazione dei parametri produttivi più idonei;
- Analisi dei risultati in relazione alle linee guida dettate dalla normativa ENplus vigente.

Linea 3: Valutazione economica sull’introduzione di tecnologie di tracciabilità elettronica (RFID) nella filiera del pellet ed in relazione alla certificazione

L'attività che verrà sviluppata in questa linea si articolerà come segue:

- Stima dei parametri micro-economici di filiera;
- Stima delle tecnologie RFID open source utilizzabili;
- Pianificazione di un sistema di infotracing;
- Calcolo della fattibilità economica.

Linea 4: Azioni di dimostrazione e di divulgazione dei risultati

L'attività che verrà sviluppata in questa linea si articolerà come segue:

- giornate dimostrative;
- convegni.

5.5.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

Gli output previsti dalla task comprendono i deliverables:

D.5.5.1 Output dell'attività sulla linea 1:

- Selezione delle tecniche e dei sistemi per la stima indiretta delle proprietà chimico-fisiche delle materie prime e pellet da esse derivati;
- Modelli matematici per la stima indiretta delle proprietà chimico-fisiche delle materie prime e pellet da esse derivati.

D.5.5.2 Output dell'attività sulla linea 2:

- Selezione delle tecnologie e metodi utilizzabili per qualificare materie prime, le loro provenienze ed i processi produttivi;
- Modelli matematici per la qualificazione delle materie prime;
- Modelli matematici per la stima delle provenienze;
- Modelli matematici per la valutazione dei processi produttivi.

D.5.5.3 Output dell'attività sulla linea 3:

- Modello economico di fattibilità nell'introduzione delle tecnologie elettroniche (RFID) per la tracciabilità del pellet.

D.5.5.4 Output dell'attività sulla linea 4:

- Giornate dimostrative;
- Convegni.

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

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	Selezione tecnologie proprietà chimico-fisiche	D.5.5.1
	2	Selezione tecnologie proprietà chimico-fisiche Selezione tecnologie qualificazione pellet	D.5.5.1 D.5.5.2
	3	Selezione tecnologie provenienza pellet	D.5.5.2

4	Selezione tecnologie processi produttivi	D.5.5.2
5	Modelli matematici proprietà chimico-fisiche	D.5.5.1
6	Modelli matematici qualificazione pellet	D.5.5.2
7	Modelli matematici qualificazione pellet	D.5.5.2
8	Modelli matematici provenienza pellet	D.5.5.2
9	Modelli matematici provenienza pellet	D.5.5.2
10	Modelli matematici processi produttivi	D.5.5.2
11	Modelli matematici processi produttivi Giornata dimostrativa	D.5.5.3 D.5.5.4
12	Modello economico RFID	D.5.5.3
13	Giornata dimostrativa Modello economico RFID	D.5.5.3 D.5.5.4
14	Modello economico RFID	D.5.5.3
15	Convegno	D.5.5.4

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

Risultati attesi: estrazione di modelli matematici applicativi per la stima indiretta delle proprietà chimico-fisiche del pellet e per la qualificazione, valutazione delle provenienze e processi produttivi del pellet stesso.

Ricadute e Benefici:

- Produttore: avere degli strumenti semplici che possano portare alla certificazione del prodotto.
- Consumatore: avere una tracciabilità, una maggiore sicurezza delle provenienze, delle tipologie e delle qualità materie prime.
- Organismi di controllo: disporre di un sistema validato semplice ed a basso costo per la verifica del prodotto pellet.

Ostacoli prevedibili e Azioni correttive

Alcuni dei parametri per i quali si vogliono prevedere le misure indirette (proprietà chimico-fisiche, qualità, provenienza e tipo di produzione) potrebbero non avere delle performances di previsione elevate; tuttavia, anche solo alcuni dei parametri valutati potranno essere di interesse per produttori, consumatori ed organismi di controllo. La valutazione economica sull'introduzione delle tecnologie elettroniche per la tracciabilità (RFID) potrebbe non fornire, ad oggi, dei parametri economici adeguati all'introduzione sul mercato di tali tecnologie; tuttavia, i modelli sviluppati saranno di supporto ad una futura introduzione di tali tecnologie vista la riduzione crescente dei costi di produzione.

5.5.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Il piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati descritti nella Task prevede:

- L'organizzazione di giornate dimostrative e workshop ad hoc con utilizzatori ed altri addetti ai lavori per diffondere le applicazioni sviluppate a tutti i soggetti pubblici e privati potenzialmente interessati;
- Partecipare a convegni di interesse per la presentazione dei risultati;
- Realizzare pubblicazioni scientifiche sui risultati più rilevanti del progetto a partire dal secondo anno del progetto.

5.5.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 5.5.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 5.5.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 5.6: Centro dimostrativo CREA-ING: Filiera energetica biomasse biogas/biometano: Utilizzo della biomassa e qualità delle emissioni dei sistemi di combustione nell'utilizzo del biogas/biometano, syngas e della biomassa

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

Il centro dimostrativo all'interno del CREA-ING di Monterotondo tiene conto del nuovo D.M. sulle Energie rinnovabili (n.28 del 6 luglio 2012) che favorisce i piccoli impianti di micro generazione alimentati a sottoprodotti di origine biologica per almeno il 70% in peso dell'alimentazione complessiva. Il precedente D.M. sulle rinnovabili del 18/12/2008, il cui meccanismo di incentivazione era basato sulla Tariffa Onnicomprensiva, in alternativo ai Certificati Verdi. Tale meccanismo stabiliva per gli impianti qualificati IAFR (impianto alimentato da fonti rinnovabili), la cui potenza nominale media annua non superiore ad 1 MWe, un valore di 0.28 €/kWe per un arco temporale pari a 15.

Il nuovo D.M. sulle rinnovabili, come detto, favorisce gli impianti fino a 300kWe (vedi allegato 1 tab 1.1 del DM) alimentati a sottoprodotti di origine biologica (tab. 1-a del DM con particolare attenzione a quelli fino a 100 kWe nel caso di impianti biogas e di 200 kWe per gli impianti a biomasse; Questa tipologia di impianti ha diritto all'accesso diretto agli incentivi senza passare per il meccanismo delle aste e dei registri.

L'incentivo TO sarà dato dalla tariffa incentivante base + l'ammontare degli eventuali premi, come ad esempio il funzionamento in assetto CAR (cogenerazione ad alto rendimento), riduzione CO₂ (requisiti di emissione in atmosfera), recupero azoto (almeno del 40%) per produrre fertilizzanti etc. La caldaia da 350 kW_t a griglia mobile (generatore di vapore, acqua calda e aria calda ad alta temperatura), presente all'interno del CREA-ING, per la produzione di energia termica e/o elettrica (turbo gruppo a vapore) e/o vapore del CREA-ING e l'annesso laboratorio L A S - E R - B (Laboratorio Attività Sperimentali– Energia Rinnovabile – da Biomasse) costituiscono il cuore del centro dimostrativo.

Il biocombustibile solido in ingresso, prima del suo utilizzo in caldaia, verrà analizzato e caratterizzato utilizzando le attrezzature presenti nel laboratorio L A S - E R - B (Laboratorio Attività Sperimentali – Energia Rinnovabile – da Biomasse) che permettono di determinarne le caratteristiche chimico/fisiche salienti della biomassa in ingresso tra le quali: umidità relativa (U), potere calorifico superiore e inferiore (PCS e PCI), l'analisi elementare (H, C, N, S), il contenuto in metalli, il residuo di ceneri e il relativo punto di fusione. Inoltre il laboratorio analitico è dotato della strumentazione idonea allo studio delle emissioni al camino che consentono di effettuare l'analisi quali-quantitativa dei macroinquinanti e microinquinanti presenti nelle emissioni gassose.

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

Task leader:

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

Partecipanti:

Luigi Pari - UO CREA-ING, (vedi Task 2.3).

Corrado Costa - UO CREA-ING, (vedi Task 1.4).

Daniele Pochi - UO CREA-ING, (vedi Paragrafo 1.8, pag. 21).

Claudio Fabbri - UO CRPA, (vedi Task 5.4).

Collaborazioni esterne:

- Lorenzo Maggioni - CIB, laureato in Scienze Agrarie e dottore di ricerca in Ecologia Agraria. Responsabile del Settore Ricerca e Sviluppo del Consorzio Italiano Biogas. Referente dei progetti Europei GreenGasGrids (Boosting the European market for biogas production, upgrade and feed-in into the natural gas grid) e BIOSURF (BIOMethane as SUstainable and Renewable Fuel). Membro del Gruppo di Lavoro del Comitato Italiano Gas “Mandato M475 EU - Biomethane”, Gruppo di Lavoro per il Biometano del Consorzio Italiano Biogas, Gruppo di Lavoro “Progetto Rete LNG”, Interporti; Comitato di Redazione della rivista “Biogas Informa”. Partecipa a numerosi corsi e convegni nazionali ed internazionali in qualità di relatore. Autore di numerosi articoli tecnico – divulgativi sul tema biogas e biometano su riviste di settore.

- Carlo Pieroni - CIB, laureato in biotecnologie industriali e molecolari presso l’Università di Bologna. Ha conseguito un master post laurea in International Master on Bioenergy and Environment (IMES) presso l’Università di Firenze. Ha effettuato uno stage lavorativo presso un impianto biogas come gestore dell’aspetto biologico dell’impianto. Attualmente lavora nell’area Ricerca e Sviluppo del Consorzio Italiano Biogas e sta partecipando al progetto europeo H2020 BIOSURF (BIOMethane as SUstainable and Renewable Fuel).

- Ettore Guerriero - CNR-IIA (Istituto Inquinamento Atmosferico del CNR, Roma), Ricercatore esperto di analisi chimiche e di emissioni inquinanti, produzione di biogas e upgrading a biometano

- Valerio Paolini - CNR IIA, nato a Roma l’11 Giugno 1988, si è laureato in Chimica Analitica (Laurea Magistrale) nel 2012 sotto la supervisione del prof. Alessandro Bacaloni e del dr. Ettore Guerriero. È dottorando in Scienze Chimiche alla Sapienza Università di Roma, e lavora come assegnista di ricerca presso il Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto sull’Inquinamento Atmosferico (CNR-IIA). I suoi interessi di ricerca riguardano principalmente l’impatto sulla qualità dell’aria delle biomasse e delle bioenergie. Ha partecipato al progetto di ricerca “Bio GAME” (finanziato dalla Regione Lazio, Filas-CR-2011-1148), durante il quale ha sviluppato un metodo per la purificazione e l’upgrading del biogas a biometano, utilizzando gli scarti di tufo dell’industria edilizia. Si occupa inoltre degli artifacts nel campionamento di composti organici semivolatili, ed ha presentato una domanda di brevetto internazionale (WO 2014/049522, insieme con il dott. Ettore Guerriero), riguardante un metodo di campionamento simultaneo di inquinanti in fase vapore e particolato. È membro proponente del progetto “Grin BOX”, una start-up per il monitoraggio ed il controllo della qualità dell’aria indoor, finanziato dal Ministero Italiano dell’Istruzione, dell’Università e della Ricerca (Bando “Smart Cities and Communities and Social Innovation”, Avviso n. 391 / RIC 5 Luglio 2012).

- Paolo Benedetti - CNR-IIA, è nato a Tivoli (Roma) il 23 settembre 1986, si è laureato in Chimica Analitica (Laurea Magistrale) nel gennaio 2012 sotto la supervisione della prof.ssa Francesca Buiarelli de “La Sapienza” Università di Roma e del dr. Mauro Rotatori dell’Istituto sull’Inquinamento Atmosferico del CNR. È assegnista di ricerca presso l’Istituto sull’Inquinamento Atmosferico dal 2012 e la sua attività di ricerca è incentrata sull’analisi di microinquinanti organici in aria-ambiente e alle emissioni. Nello specifico si occupa dello sviluppo di nuovi metodi di campionamento, purificazione e analisi di inquinanti organici noti ed emergenti. Il campo di applicazione della sua attività di ricerca va dai composti organici volatili ai composti organici semivolatili. Oltre all’analisi di emissioni industriale di aria ambiente si è occupato anche dell’analisi di solidi (terreni, fanghi, rifiuti, biota...) e di acque. Ha partecipato a numerose campagne di misura per la valutazione della qualità dell’aria in alcune città italiane (Trieste, Ferrara, Gela, Monfalcone...) e delle emissioni di inceneritori, impianti di sinterizzazione, cementifici, centrali a carbone e a biomassa.

- Danilo Monarca - UniTuscia DAFNE, Prof. Ing. Danilo Monarca (Viterbo, 8/4/1957 - monarca@unitus.it). Prof. Ordinario di Meccanica Agraria (s.s.d. AGR/09), presso l'Università della Tuscia. Presidente della A.I.I.A (Associazione Italiana di Ingegneria Agraria), per il quadriennio 2014-2017. Membro dell'Accademia dei Georgofili, del Club di Bologna e dell'Accademia Nazionale di agricoltura, si occupa da oltre 30 anni di Meccanizzazione agricola e forestale, di Sicurezza del Lavoro in agricoltura e di Utilizzo di fonti energetiche rinnovabili. Coordinatore di numerosi progetti di ricerca nazionali ed internazionali, fa parte di diversi tavoli di lavoro del MiPAAF ed ha ricoperto numerosi incarichi accademici ed istituzionali. È autore di oltre 270 lavori a stampa e di tre brevetti (54 documenti sulla banca dati Scopus, h-index 8).
- Massimo Cecchini - UniTuscia DAFNE, Professore Associato per il settore concorsuale 07/C1 (Ingegneria Agraria, Forestale e dei Biosistemi) settore scientifico disciplinare AGR/09 (Meccanica agraria) presso il Dipartimento DAFNE dell'Università degli Studi della Tuscia di Viterbo. Coordinatore del Corso di Dottorato di Ricerca in "Ingegneria dei Sistemi Agricoli e Forestali". Responsabile tecnico del "Laboratorio di Ergonomia e Sicurezza del Lavoro" dell'Università degli Studi della Tuscia. Relatore di oltre 80 tra tesi di laurea e di dottorato. Autore di oltre 200 lavori a stampa su riviste e atti di convegno nazionali e internazionali. Dati Bibliometrici: H index 7 - RG score 22.93 (my score is higher than 75% of ResearchGate members).
- Andrea Colantoni - UniTuscia DAFNE, ricercatore confermato a tempo indeterminato per il settore disciplinare AGR09. Dottore di ricerca in Meccanica Agraria XIX° ciclo con tesi "Studio e sviluppo di tecnologie innovative applicabili a piccole e medie imprese, per l'utilizzo di risorse energetiche rinnovabili, con tematiche sulla gassificazione di biomasse tramite impianti di piccola scala e sulla digestione anaerobica. Conseguimento dell'Abilitazione scientifica nazionale come Professore di II° Fascia nel macrosettore 07/C1 "Ingegneria Agraria, Forestale e dei Biosistemi". Master post lauream in "Risorse Organiche Rinnovabili non convenzionali" svolto presso il Dipartimento di Produzione Vegetale della Facoltà di Agraria di Milano. È autore di oltre 130 pubblicazioni a stampa su riviste e atti di convegno nazionali e internazionali. Dati Bibliometrici: H index 7 - RG score 25.24 (my score is higher than 80% of ResearchGate members).
- Simone Di Giancinto - UniTuscia DAFNE, dottore di Ricerca in Ingegneria dei Sistemi Agrari e Forestali; ha discusso una tesi riguardante il recupero a fini energetici dei residui agricoli, presso il dipartimento DAFNE dell'Università degli Studi della Tuscia di Viterbo. Ha conseguito la Laurea specialistica in Scienze e Tecnologie Agrarie con voto 110\110 lode. È attualmente borsista nell'ambito del progetto MiPAAF AGRES, riguardante la valorizzazione energetica dei residui di potatura del nocciolo, ottimizzazione degli aspetti qualitativi, organizzativi. Dati Bibliometrici: H index 3 - RG score 8.05 (my score is higher than 35% of ResearchGate members).
- Leonardo Longo - UniTuscia DAFNE, laureato in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio presso l'Università degli Studi di Tor Vergata Roma con voto 110\110 e lode, svolgendo una tesi di laurea riguardante lo sviluppo di un gassificatore a letto fluido bollente per il recupero energetico di fanghi di cartiera. È attualmente impegnato in attività di ricerca riguardante il settore delle bioenergie, con particolare riferimento al recupero energetico della biomassa da processi termochimici. Dottorando di ricerca in Ingegneria dei Sistemi Agrari e Forestali presso l'Università degli Studi della Tuscia. Dati Bibliometrici: H index 3 - RG score 10.32 (my score is higher than 42,5% of ResearchGate members).
- Lavinia Maria Priscilla Delfanti - UniTuscia DAFNE, Laurea in Conservazione e Restauro dell'Ambiente Forestale e Difesa del Suolo presso l'Università degli Studi della Tuscia di Viterbo con 110/110 e lode. Dottoranda presso il DAFNE in Ecosistemi e sistemi produttivi curriculum in Ingegneria dei Biosistemi.

Pubblicazioni

- Boubaker K, De Franchi M, Colantoni A, Monarca D, Cecchini M, Longo L, Allegrini E, Di Giacinto S, Biondi P, Menghini G, 2015. Prospective for hazelnut cultivation small energetic plants

outcome in Turkey: Optimization and inspiration from an Italian model. *Renewable Energy*, 74, 523-527.

- Catrambone M, Canepari S, Perrino C, Benedetti P, Dalla Torre S, Rantica E, Sargolini T, 2014. Seasonal variations in the concentration of the principal components of the atmospheric particulate matter, poster per PM2014, May 20th-23th 2014.
- Colantoni A, Allegrini E, Boubaker K, Longo L, Di Giacinto S, Biondi P, 2013. New insights for renewable energy hybrid photovoltaic/wind installations in Tunisia through a mathematical model. *Energy conversion and management*, 75, 398-401.
- Fabbri C, Shams-Eddin S, Bondi F, Piccinini S, 2011. Efficiency and management of an anaerobic digestion plant fed with energy crop. *Ingegneria Ambientale*, 15, 29-40.
- Fabbri C, Mantovi P, Bonazzi G, Verzellesi F, 2006. La microirrigazione con liquami suini. *L'informatore Agrario*, 41, 75-81.
- Labartino N, Fabbri C, Piccinini S, 2014. Validation of real productive efficiency of five full scale biogas plants, Conference: 22nd European biomass conference and exhibition, Humburg.
- Maggioni L, 2013. Un gas dalle grandi prospettive. *Servizi a rete*, 6, 61-64.
- Maggioni L, 2013. La Francia punta sul biometano. *Terra e Vita*, 29-30, 13-15.
- Maggioni L, 2014. Paesi Bassi, incentivi al biometano solo se immesso nella rete. *Terra e Vita*, 4, 13-15.
- Maggioni L, 2015. Italian Biomethane RoadMap, GreenGasGrids Project. http://www.greengasgrids.eu/fileadmin/greengas/media/Markets/Roadmaps/Italian_Biomethane_Roadmap.pdf
- Maggioni L, 2015. Biometano verso lo sblocco. *Terra e Vita*, 13, 2-3.
- Mantovi P, Fabbri C, Verzellesi F, Soldano M, 2008. La microirrigazione rende l'azoto più efficace. *Suinicoltura*, 6, 48-56.
- Monarca D, Colantoni A, Cecchini M, Longo L, Vecchione L, Carlini M, Manzo A, 2012. Energy characterization and gasification of biomass derived by hazelnut cultivation: analysis of produced syngas by gas chromatography. *Mathematical problems in engineering*, 2012.
- Mosca S, Benedetti P, Guerriero E, Rotatori M, 2014. Assessment of N₂O emission from cement plants: real data measured with both FTIR and NDIR. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 64(11), 1270-1278.
- Mosca S, Benedetti P, Guerriero E, Tramontana G, Torelli GN, Rotatori M, 2011. Determination of hidden organochlorinated contaminants in environmental samples by GC-MS/MS. *Organohalogen compounds*, 73, 1363-1366.
- Tambone F, Adani F, Gigliotti G, Volpe D, Fabbri C, Provenzano MR, 2013. Organic matter characterization during the anaerobic digestion of different biomasses by means of CPMAS 13C NMR spectroscopy. *Biomass and Bioenergy*, 48, 111-120.

5.6.3 Obiettivi della task

L'obiettivo generale della task è la realizzazione di un centro dimostrativo che tenga conto del D.M. sulle Energie rinnovabili (n. 28 del 6 luglio del 2012) che ha come cuore l'impianto di microgenerazione da 350 kW_t (acqua calda a 80÷90°C per il teleriscaldamento), con produzione di EE (25 kW_e) mediante un turbogruppo a vapore. Inoltre l'impianto è dotato di scambiatore di calore fumi/aria per la produzione di aria calda ad alta temperatura che può essere utilizzata per l'essiccazione della biomassa in ingresso. L'impianto è anche in grado di produrre vapore saturo fino a 1.2 MPa (circa 199°C).

Il laboratorio LAS-ER-B annesso all'impianto è indispensabile per la determinazioni delle caratteristiche chimico fisiche della biomassa in ingresso e il rilievo dei microinquinanti organici al camino dell'impianto a biomasse e allo scarico dei cogeneratori alimentati a biogas/biometano.

Obiettivi specifici della task 5.6:

La task si articola sulle due filiere principali inerente bioenergie: filiera energetica biogas/biometano e filiera energetica biomasse e prevede l'analisi tecnico economica degli impianti di produzione e dei sistemi di upgrading del biometano anche alla luce del DM 5 dicembre 2013. Si valuteranno, inoltre, gli effetti dei pretrattamenti meccanici sulla produzione del biogas e sulla qualità del digestato.

5.6.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

Attività 1: Qualità delle emissioni dei sistemi di combustione nel biogas/biometano e nella biomassa

La qualità delle emissioni gassose allo scarico dei cogeneratori, provenienti dalla combustione del biogas o del biometano, contengono degli inquinanti che dipendono sostanzialmente dalla tipologia impiantistica e dalla biomassa vegetale che alimenta il digestore.

Infatti i prodotti di combustione possono differire tra loro per quantità e per tipologia. Per quanto riguarda i Macroinquinanti (CO, NO_x, SO₂, Polveri, CO₂) si possono ottenere differenti rapporti di concentrazione in funzione dell'essenza vegetale o della frazione di pianta impiegata nella produzione del biogas. La tipizzazione vera e propria può essere effettuata andando ad analizzare i prodotti organici volatili e semivolatili incombusti, di natura biogenica, ed i prodotti organici volatili e semivolatili presenti nelle emissioni come prodotti da reazione di ossidazione incompleta (PICs) e per riarrangiamenti del materiale organico originario. È quindi importante conoscere la natura di tali composti al fine di valutare appieno tutte le potenzialità di utilizzo degli impianti. Al fine di determinare l'emissione di composti organici volatili (VOC) organici volatili (VOC) e dei composti organici semivolatili (SVOC) verrà impiegato per i VOC un GC-MS QQQ abbinato ad un sistema di desorbimento termico mentre per i SVOC si impiegheranno tecniche di clean-up cromatografico e successiva determinazione strumentale sempre mediante l'impiego del GC/MS/MS già in dotazione presso il CREA-ING. Le analisi saranno effettuate previo campionamento degli analiti su specifici treni di campionamento basati sulla filtrazione, condensazione e adsorbimento specifico degli analiti e successivamente verranno o direttamente eluiti o dopo step di arricchimento e purificazione determinati in GC-MS QQQ.

Tra gli analiti di interesse si annoverano composti aromatici tipicamente emessi nei processi di combustione quali benzene, toluene, etilbenzene, xilene (BTEX), alcoli, fenoli, acidi organici e composti carbonilici (aldeidi e chetoni).

Il sistema così costituito per la determinazione dei microinquinanti organici volatili si integra con il sistema già presente presso il CREA ING che prevede il rilievo in continuo dei macroinquinanti gassosi e del carbonio organico totale (TOC) costituito da strumentazione portatile (FID Ratfish RS 53,) e un analizzatore multiparametrico Horiba PG 250 per la misura mediante NDIR di CO, CO₂, SO₂ degli NO_x attraverso la chemilumescenza e un sensore galvanico per la misura dell'O₂, misura fondamentale per caratterizzare le emissioni e valutare la presenza di un eccesso o un difetto di Ossigeno rispetto a quello di riferimento. Ad integrazione verrà impiegato anche un MicroGC (Micro GC 3000 SRA Instruments) a 3 canali per le analisi dei gas inorganici ed organici presenti nel biogas. Inoltre un sistema di campionamento isocinetico è pensato per il prelievo dei fumi emessi dagli impianti. Questo campionamento consente il prelievo corretto delle polveri, dei microinquinanti organici (PCDD/F, PAH e PCB etc) e dei metalli con successiva determinazione, rispettivamente, per l'analisi gravimetrica e morfologica (SEM), analisi in GC/MS/MS e in ICP/MS, strumentazione presente nei laboratori CREA-ING.

Per stabilire i fattori di emissione, verranno presi in considerazione alcuni aspetti importanti quali la velocità del flusso d'aria in uscita dall'impianto e/o il tempo di residenza dei gas di scarico all'interno dell'ambiente di combustione. L'interazione con il personale coinvolto nella gestione dell'impianto suggerirà l'approccio migliore da attuare. Si prevede inoltre attività modellistica volta a stimare e prevedere le emissioni dei composti al variare delle condizioni di substrato e ambientali che portano a variazioni di generazione di biogas. Per quanto riguarda la combustione della

biomassa, sarà svolta una analisi della qualità del biocombustibile solido (principalmente cippato e pellet) che sarà confrontata con le caratteristiche delle emissioni gassose. Saranno utilizzati e confrontati più impianti di combustione (da 80 fino a 350 kW termici). Verranno studiate le emissioni degli impianti tal quali e successivamente saranno studiati e testati opportuni sistemi di abbattimento, ove necessario. Tale studio permetterà di studiare l'efficienza e l'economicità dei sistemi di abbattimento di cui sopra. Inoltre saranno studiati i benefici ambientali e energetici derivanti da sistemi di essiccazione della biomassa, basati su parte dell'energia prodotta durante la combustione. Tra i vari inquinanti emessi che verranno monitorati, saranno presenti: idrocarburi policiclici aromatici, policlorobifenili, diossine, composti organici volatili, metalli pesanti, polveri totali, monossido di carbonio, ossidi di azoto e zolfo. Inoltre, saranno monitorati alcuni indicatori della combustione di biomasse, tra cui il potassio e il levoglucosano.

Attività 2: Swot analysis sistemi di upgrading biometano

I nuovi schemi di incentivazione della produzione di biometano, definiti dal DM 5 dicembre 2013, hanno reindirizzato l'attenzione degli operatori di settore verso questa nuova opportunità imprenditoriale. Le caratteristiche operative dei diversi sistemi di upgrading e la loro compatibilità con gli impianti di produzione di biogas esistenti o nuovi in relazione all'utilizzo del biometano stesso (immissione in rete o vendita diretta), sono i principali elementi che indirizzeranno la scelta dell'imprenditore su una tecnologia piuttosto che su un'altra. L'attività si pone l'obiettivo di fare un'analisi dettagliata dell'applicazione delle diverse tecnologie (Swot analysis: punti di forza "Strengths", debolezza "Weaknesses", opportunità "Opportunities" e le minacce "Threats") in due casi di studio relativi ad un impianto esistente che amplia la sua capacità produttiva e di un impianto nuovo dedicato con l'obiettivo di valorizzare il biometano sia immesso in rete che ceduto come biocombustibile. Gli aspetti tecnici, operativi ed economici saranno gli elementi di valutazione principali dei due studi di fattibilità che verranno analizzati.

Effetto pretrattamenti meccanici: valutazioni reologiche, microscopiche e produttive

In Europa il biogas è una fonte di energia alternativa consolidata, in Italia circa 1700 impianti sono stati costruiti nel giro di 5 anni con una potenza elettrica installata complessiva di circa 1400 MWe. La sostenibilità sia economica che ambientale della digestione anaerobica nei nuovi impianti e negli impianti esistenti passa da un migliore utilizzo delle biomasse che siano di tipo dedicato o di recupero. Buona parte della ricerca di biomasse passa per il recupero e la valorizzazione di biomasse di tipo fibroso, sino ad ora poco utilizzate a causa delle elevate difficoltà connesse alla loro difficile degradabilità. L'individuazione di una o più tecniche di ottimizzazione dello sfruttamento della fibra è alla base di quasi tutte le tecniche di pretrattamento.

Tutti i prodotti fibrosi hanno una degradabilità parziale e fortemente dipendente dal contenuto di lignina, emicellulosa e cellulosa. I pretrattamenti meccanici per migliorare la produzione di biogas sono relativamente semplici da applicare e in genere ormai noti al settore. Tuttavia, sono ancora considerati un metodo costoso, dati i requisiti di alta energia richiesta, e i risultati ottenuti sono spesso difficilmente riconducibili all'effettiva efficacia del trattamento. Il concetto generale di pretrattamento meccanico è quello di migliorare l'accessibilità dei microrganismi alla materia organica aumentando l'area superficiale e riducendo la cristallinità della cellulosa. In questo modo, gli zuccheri monomerici sono idrolizzati più rapidamente e con rese elevate. Tuttavia vi sono altri aspetti che spesso non vengono considerati negli studi e nell'analisi dei benefici ottenibili: fra questi uno degli aspetti più importanti riguarda la capacità di questi sistemi di migliorare le caratteristiche reologiche dei pretrattamenti e di conseguenza sia i consumi di energia per la miscelazione dei digestori ma, soprattutto, l'omogeneità del digestato con conseguente ottimizzazione dell'efficienza microbica nel suo complesso.

La seguente linea di ricerca mira a chiarire l'efficienza dei diversi metodi di pretrattamento meccanici applicati su diverse matrici a carattere fibroso per incrementare la produzione di biogas e ottimizzare le caratteristiche idrauliche degli impianti di digestione anaerobica. I test saranno

effettuati su una tipologia di biomassa strutturalmente e significativamente differente per caratteristiche chimico-fisiche dalle matrici insilate classiche, con le seguenti tecnologie di trattamento fisico:

- mulini
- disgregatori frantumatori a catene
- estrusori
- bioacceleratori a impatto
- cavitazione

Alcune delle tecnologie citate hanno effetto diretto sul prodotto tal quale, altre su flussi con vettore liquido.

Ogni metodo di pretrattamento verrà valutato sia biochimicamente (determinazione del Potenziale Biochimico di Metano, BMP, per valutare sia la velocità di produzione di metano che la degradabilità dei solidi volatili e di conseguenza la frazione indegradabile) e reologicamente. Quest'ultimo aspetto comporta in primo luogo la determinazione dell'analisi granulometrica del prodotto, ad una dimensione particellare fino a 0,1mm, e successivamente una valutazione dei tessuti vegetali mediante microscopia elettronica a scansione (SEM) prima e dopo ogni metodo di pretrattamento. Il SEM è già presente nel laboratorio L A S - E R - B (Laboratorio Attività Sperimentali Energia Rinnovabile da Biomassa) del CREA-ING. Inoltre, nel presente lavoro verrà valutata anche la correlazione tra i risultati ottenuti dal protocollo standard di determinazione del BMP in confronto con altri metodi alternativi, quali la conducibilità elettrica (CE) e la determinazione del COD (Chemical Oxygen Demand) solubile in rapporto al COD massimo potenziale ottenuto con idrolisi.

I parametri analizzati permetteranno di valutare:

- consumi energetici e CO₂ di pretrattamento
- effetto sulle caratteristiche particellari alla dimensione microscopica con identificazione di un indice di superficie in grado di fornire valutazioni oggettive dell'efficacia del pretrattamento
- effetto di incremento di potenziale metanigeno
- valutazione delle caratteristiche reologiche e conseguenze sui sistemi di miscelazione
- potenziale applicazione negli impianti costruiti per valutare i miglioramenti ottenibili
- costi di trattamento

Attività 3: Biogas Monitoring System – BMS: sviluppo software per il monitoraggio degli impianti a biogas/ biometano.

Biogas Monitoring System – BMS”

Obiettivo del progetto “Biogas Monitoring System”, BMS, è lo sviluppo un software che consentirà il monitoraggio degli impianti a biogas e di effettuare una analisi predittiva delle possibili problematiche degli impianti.

I principali parametri di monitoraggio saranno:

- la valutazione della quantità e della qualità delle biomasse in ingresso;
- la qualità del processo di digestione anaerobica che prevede il monitoraggio dei parametri bioanalitici (quali pH, Temperatura, potenziale redox, acidi grassi volatili) , i dati di input delle biomasse e i potenziali metanigeni;
- la produzione del biogas, la composizione del biogas, la produzione di energia elettrica e termica.

Il sistema sarà in grado di raccogliere tutti gli allarmi generati dalla centrale a biogas, classificarli per area di competenze e gravità, gestire la comunicazione degli stessi attraverso una pluricanalità (Voice, SMS, Mail) tracciando le attività di risoluzione e il processo di escalation e mettendo in relazione l'evento con l'attività produttiva della centrale.

Il sistema avrà collegamenti a PC e Mobile Application, con un software in grado di raccogliere tutti i dati di processo sia in tempo reale che su base giornaliera e di rappresentare gli indicatori di processo attraverso grafici interattivi, dashboard e rapporti predefinitivi.

La centralizzazione dei dati di processo (meccanici, elettrici, biologici) dell'impianto o della serie di impianti, permetterà di agevolare la comunicazione tra gli asset tecnologici, i manager, il responsabile tecnico dell'impianto e di tutte le figure coinvolte nella gestione e nell'ottimizzazione dell'impianto come il biologo, il ricercatore e il fornitore di materia prima. Tale centralizzazione permetterà una gestione ottimizzata dell'impianto.

Il progetto prevede due fasi:

- Fase 1. Consentirà di pervenire all'organizzazione della raccolta dati, della visualizzazione grafica, della gestione degli allarmi e della reportistica.
- Fase 2. Consentirà, attraverso l'applicazione di algoritmi e inferenza statistica, di valutare le interazioni tra biomasse in ingresso e produzione di energia; di effettuare una analisi predittiva delle possibili problematiche basandosi sugli indicatori degli eventi di processo, dei dati statistici di problemi riscontrati in passato, ecc. (fault detection predittiva).

Attività 4: La gestione dei residui delle lavorazioni agroforestali in termini di sostenibilità ambientale ed economica.

La gestione dei residui delle lavorazioni agroforestali in termini di sostenibilità ambientale ed economica è da sempre un argomento di interesse nazionale ed europeo. Nel contesto italiano lo smaltimento di tali residui è stato da sempre considerato come attività illecita in quanto tali materiali erano considerati "rifiuti speciali" e dovevano essere smaltiti in maniera adeguata, non essendone ammessa, ai sensi di legge, la bruciatura in campo. Da agosto 2014, e nello specifico con l'entrata in vigore della legge 11 agosto 2014, n. 116, si ammette la combustione in loco dei residui vegetali di natura agricola e forestale, solo per determinati quantitativi giornalieri e per ettaro e in determinati orari. In molti casi questo, però, può significare la rinuncia ad una opportunità dal punto di vista dello sfruttamento a fini energetici della biomassa.

Le problematiche connesse alla mancata valorizzazione energetica di tali biomasse, alle quali vanno aggiunti i rischi di emissioni in atmosfera non controllate (oltre la CO₂ anche il particolato PM₁₀, ecc.), nonché i costi derivanti dalle operazioni di bruciatura in campo⁸⁹, possono avere impatti negativi in termini di sostenibilità ambientale ed economica.

Nell'ambito del progetto AGROENERGIE 2020 e nel work package 6, il gruppo di ricerca dell'Università degli Studi della Tuscia (Dipartimento DAFNE) intende collaborare per il perseguimento dei seguenti obiettivi: i) valorizzazione energetica dei residui delle lavorazioni agroforestali (potature, disboscamenti, ecc.); ii) sostenibilità ambientale ed economica per la produzione dei biocombustibili solidi ai fini energetici; iii) ottimizzazione dei processi di pretrattamento dei residui lignocellulosici dai punti di vista energetico ed economico; iv) utilizzo energetico alternativo dei residui agroforestali e impatto economico sui biocombustibili tradizionali; v) valutazioni economiche tramite metodologia "Life Cycle Assessment" (L.C.A.).

Ai fini del raggiungimento dei sopradescritti obiettivi si procederà alle seguenti attività: a) studio per la valorizzazione energetica del biotriturato prodotto da residui di lavorazione agroforestale e confronto energetico ed economico con i biocombustibili tradizionali (cippato e pellet); b) caratterizzazione chimico-fisica del biotriturato in laboratorio in conformità alle norme tecniche di riferimento; c) prove in caldaia e valutazione delle emissioni e della resa energetica; d) produzione di biochar (carbone vegetale), tramite piro-gassificazione e caratterizzazione chimico-fisiche, ai fini della valorizzazione del "sottoprodotto del sottoprodotto", in un contesto di sviluppo precompetitivo e di ricerca di base.

⁸⁹ I costi sono stimabili intorno a 100 ÷ 150 €/ha nel caso del vigneto, a cui non corrisponde alcun ricavo, perché il materiale viene semplicemente distrutto. Negli oliveti i costi sono ancora maggiori, a causa della maggior quantità di residuo da smaltire (fonte PSR 2007-2013 Misura 124 Regione Sicilia).

Le ricadute ed i benefici, per quanto concerne l'unità operativa, riguardano sia aspetti scientifici che economici e divulgativi. Dal punto di vista scientifico si ritiene di poter fornire un interessante contributo allo studio e valorizzazione della biomassa residuale ottimizzando con la presente ricerca anche gli attuali standard tecnici, normativi e regolamentari. A questo proposito i risultati della ricerca saranno oggetto di pubblicazione su riviste scientifiche internazionali.

Come ricadute di tipo economico va segnalato il contributo che può derivare dalla definizione degli scenari tecnici e normativi che permettono di avvalersi di nuove forme di incentivo, riduzione dei costi di produzione dei biocombustibili, della riduzione dell'ampiezza della filiera energetica che si traduce anche in minor costi per gli agricoltori e i trasformatori delle biomasse.

Da un punto di vista divulgativo, si prevede la realizzazione di un report finale e la disponibilità ad organizzare e/o partecipare a convegni, giornate di dimostrative e, infine, la realizzazione di uno specifico sito WEB.

Attività 5: Metodi e procedimento per il calcolo del rendimento e per il rilievo delle emissioni al camino delle caldaie a biomassa e allo scarico cogeneratori alimentati a biogas/biometano e analisi statistica dei risultati.

Protocollo di prove di rendimento

Rendimento delle caldaie a biomassa di piccola taglia:

- procedure di prova;
- apparecchiatura
- strumentazione

È possibile valutare il rendimento delle caldaie a biomassa seguendo due metodi, che differiscono nella modalità con la quale viene quantificata la potenza termica ceduta al fluido termovettore. Il primo metodo prevede la misura diretta della potenza ceduta al fluido termovettore, il secondo prevede la misura della potenza termica persa verso l'ambiente esterno. La scelta fra i due metodi è guidata da considerazioni legate alle possibilità di effettuare i diversi tipi di misura richiesti.

A) Misura del rendimento con metodo diretto

Il rendimento della caldaia è definito come segue:

$$\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{combustibile}}}$$

La procedura si basa sulla misura della potenza termica ceduta al fluido termovettore, rapportata alla potenza termica introdotta con il combustibile. Tale potenza viene calcolata sulla base del quantitativo di combustibile caricato prima della prova (a riscaldamento del sistema già avvenuto) e del relativo potere calorifico, tenendo conto della durata complessiva della prova. Le caldaie a biomassa di piccola potenzialità (fino a 35 kW th) sono dotate di sistemi di alimentazione discontinua della biomassa. Si utilizza per le prove un combustibile di riferimento, la cui combustione in condizioni ottimali produce quantitativi noti di calore e di ceneri.

Procedura di prova:

A.1) Passo primo

Una volta collegata la caldaia all'apparecchiatura di prova, la si avvia fino al raggiungimento della temperatura di esercizio al massimo carico. Completato il riscaldamento, si scaricano le ceneri. Si carica la caldaia con un quantitativo noto di biomassa di riferimento. Si avvia la combustione e si protrae il funzionamento fino ad esaurimento della biomassa.

A.2) Passo secondo

Durante tutto il processo di combustione vengono rilevate:

- temperatura di ingresso del fluido termovettore
- temperatura di uscita del fluido termovettore
- portata del fluido termovettore
- il periodo di tempo necessario all'esaurimento del combustibile

A.3) Passo terzo

Sulla base dei rilievi sulla caldaia, vengono calcolate

- potenza ceduta al fluido termovettore
- potenza termica occultata per non completa combustione tramite pesatura del residuo di combustione e confronto con le specifiche del combustibile.

B) Calcolo del rendimento con metodo indiretto

Il rendimento della caldaia viene valutato prendendo in considerazione le perdite di potenza termica verso l'ambiente esterno, ricavando indirettamente il valore della potenza ceduta al fluido termovettore

$$\eta = P_{\text{utile}} / P_{\text{combustibile}}$$

ove

$$P_{\text{utile}} = 1 - P_{\text{perdite}}$$

Per la valutazione delle perdite, il riferimento italiano e la normativa UNI-CTI 7708, in armonia a molte altre normative internazionali (ASME-PTC, DIN, ISO), secondo la quale vengono prese in considerazione le seguenti voci:

- perdita per calore sensibile allo scarico (gas secchi)
- perdita per umidità del combustibile
- perdita per umidità dell'aria comburente
- perdita per carbonio incombusto
- perdita per combustione incompleta
- perdita radiativa

Si assume che le perdite di carattere secondario (spurghi caldi, etc.) abbiano impatto trascurabile o che non abbiano luogo.

Procedura di prova:

B.1) Passo primo

Una volta collegata la caldaia all'apparecchiatura di prova, la si avvia fino al raggiungimento della temperatura di esercizio al massimo carico. Completato il riscaldamento, si scaricano le ceneri. Si carica la caldaia con un quantitativo noto di biomassa di riferimento, si avvia la combustione e si protrae il funzionamento fino ad esaurimento della biomassa. Si procede alla pesatura del residuo. Il confronto fra il peso del residuo ed il peso delle ceneri prodotte da combustione ottimale consente di stabilire il quantitativo di biomassa incombusta presente nel residuo. In questo modo è possibile valutare il quantitativo di combustibile che ha effettivamente partecipato alla combustione rispetto al quantitativo complessivo introdotto.

B.2) Passo secondo

Durante tutto il processo di combustione vengono rilevate:

- temperatura dei fumi
- portata dei fumi
- concentrazione di ossigeno o di anidride carbonica
- concentrazione di monossido di carbonio
- temperatura aria comburente
- umidità aria comburente
- il periodo di tempo necessario all'esaurimento del combustibile.

B.3) Passo terzo

Sulla base dei rilievi sulla caldaia, vengono calcolate

- potenza persa per calore sensibile allo scarico
- potenza spesa per l'evaporazione dell'acqua presente nel combustibile
- potenza spesa per surriscaldamento del vapor d'acqua presente nell'aria comburente
- potenza termica occultata per non completa combustione.

Viene inoltre valutata la potenza termica trasmessa attraverso l'involucro della caldaia in funzione della temperatura dell'involucro, della superficie di scambio termico e della temperatura dell'ambiente in cui è disposta la caldaia.

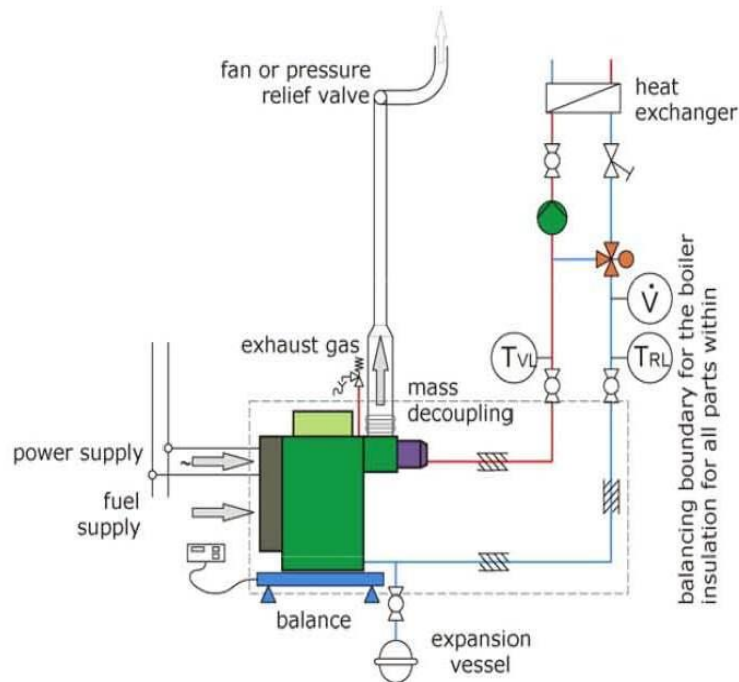


Figura 5.6.1: Apparecchiatura necessaria per la prova delle caldaie.

L'apparecchiatura per la prova è costituita da un banco di supporto, da una linea di scarico fumi e da una linea di circolazione di fluido termovettore (acqua). Il banco di supporto è provvisto di celle di carico per il rilievo della massa a vuoto della caldaia, del quantitativo di combustibile caricato e delle ceneri residue. Al banco sono disponibili gli allacci idraulici ed elettrici per la messa in esercizio della caldaia, mentre una linea di scarico fumi viene dedicata, nel rispetto delle prescrizioni del costruttore, allo smaltimento dei prodotti di combustione. L'utenza termica è costituita da uno scambiatore di calore che consente di smaltire la potenza termica prodotta durante la prova.

Metodi e procedimenti per il rilievo delle emissioni al camino delle caldaie a biomassa e allo scarico cogeneratori alimentati a biogas/biometano

Rilievo degli inquinanti e caratterizzazione dei residui di combustione

Polveri

La procedura per la misura delle polveri totali prevede di prelevare una portata di fumi dallo scarico in condizioni isocinetiche, facendo depositare le polveri sospese su un filtro. Tramite pesatura si risale alla concentrazione di polveri totali presenti nell'effluente. Per effettuare questo tipo di misura, si utilizzano un sistema di campionamento dei fumi, un filtro su cui raccogliere le polveri ed una bilancia di precisione. Il sistema di campionamento fumi è costituito da una sonda capace di prelevare i fumi dal camino. Tale sonda è mantenuta ad idonea temperatura (per evitare la formazione di condense) ed è collegata ad una pompa equipaggiata per realizzare le condizioni isocinetiche. La raccolta delle polveri avviene mediante filtrazione dell'effluente prelevato. Il filtro, una volta estratto e condizionato in ambiente idoneo, può essere pesato.

Emissioni in atmosfera

La misura delle emissioni gassose (e delle concentrazioni di gas indicativi del regime di combustione come ossigeno e biossido di carbonio) viene effettuata mediante analizzatori che

sfruttano i principi ammessi dalla normativa. È possibile utilizzare apparecchi, di recente introduzione, che integrano in un solo strumento i diversi misuratori prescritti dalla normativa. Pertanto, mediante una unica sonda è possibile prelevare fumi per la misura di ossidi di zolfo (SO_x - assorbimento delle radiazioni infrarosse), ossidi di azoto (NO_x - chemiluminescenza), ossidi di carbonio (CO e CO_2 - assorbimento delle radiazioni infrarosse) e ossigeno (susceptibilità paramagnetica).

Per il rilievo dei composti organici T.O.C./V.O.C. esistono apparecchiature dedicate operanti con misuratori a ionizzazione di fiamma ad alta temperatura. Tali apparecchi vengono collegati alla medesima sonda impiegata per la captazione degli altri inquinanti gassosi. Le portate di effluente vengono destinate allo strumento da utilizzare mediante valvolame dedicato.

Analisi dei depositi, dei composti e delle specie presenti allo scarico per fini di ricerca:

Il rilievo delle specie regolate dalla normativa costituisce un passo obbligato per stabilire l' idoneità dell'esercizio di un sistema per la combustione di biomassa; d'altra parte, tale passo non è sufficiente se le attività di sviluppo e ricerca sono finalizzate al miglioramento delle caratteristiche dei sistemi di combustione a biomassa (emissioni e aspetti tecnologici).

Per quanto concerne le problematiche relative alle emissioni e alla formazione di depositi, occorre affinare ed estendere i metodi di rilievo delle specie e dei composti presenti, completando la apparecchiatura.

In primo luogo è necessario espandere il sistema di campionamento isocinetico dei fumi. A valle del filtro per la raccolta del particolato, si dispongono due ulteriori moduli. Il primo è un sistema per la raccolta delle specie volatili (non adsorbite al particolato e quindi sfuggite al filtro) mediante condensazione. Il secondo è un sistema per la captazione delle specie incondensabili, operante mediante sorbenti. In questo modo si ottiene, da una unica linea di prelievo, la disponibilità di tre supporti su cui si raccolgono le specie emesse. In secondo luogo, si utilizzano due ulteriori strumenti di misura. Per la analisi dettagliata dei composti captati dall'effluente, è indicata la tecnica della gascromatografia-spettrometria di massa (apparecchio GC-MS). Ogni campione può essere trattato convenientemente al fine di evidenziare, mediante rilevatori ad alta sensibilità (di tipo quadrupolare multiplo) la presenza di molecole pericolose per l'uomo e l'ambiente (diossine, PAH, furani, PCB etc.) o rilevanti ai fini di vari aspetti tecnologici. Per l'analisi dettagliata delle specie o degli elementi presenti, è indicata la tecnica della spettrometria di massa con torcia al plasma (apparecchio ICP-MS). In tal modo, è possibile individuare le specie presenti sia allo scarico sia nei residui (ceneri e croste) prelevabili, in questo caso, direttamente dalla camera di combustione. La strumentazione per fini di ricerca può essere impiegata con successo anche per la analisi della composizione del combustibile. In particolare, è possibile mettere in relazione tale composizione con il contenuto di specie e composti allo scarico da un lato, e con le caratteristiche dei depositi in camera di combustione e sulle superfici di scambio termico (la cui importanza è stata discussa nella parte prima del documento) dall'altro.

Metodi e procedimenti per la caratterizzazione emissioni:

Metodo per Analisi gravimetrica

I metodi di riferimento adottati per le determinazioni gravimetriche delle polveri è la norma UNI EN 13284-1.

I mezzi filtranti impiegati per il campionamento (filtri in fibra di quarzo) saranno condizionati e pesati in laboratorio prima e dopo il campionamento, pertanto il principio si basa sulla differenza di pesata in condizioni controllate.

Procedimento

Ciascun filtro sarà condizionato in stufa a 130°C per un'ora quindi trasferito per un'altra ora in essiccatore prima della pesata. Ciascun filtro sarà identificato in modo univoco mediante contrassegno. Dopo il campionamento, il filtro dovrà subire lo stesso procedimento di

condizionamento quindi di pesatura. Entrambi i pesi saranno registrati su apposito registro con l'indicazione dell'operatore e della data di esecuzione della prova. Solo per i filtri destinati a campionamenti per la determinazione dei microinquinanti organici, (al fine di evitare una eventuale perdita del campione) sarà preferibile evitare il condizionamento in stufa dopo il campionamento. Pertanto si procederà ponendo i filtri vergini in stufa a 130°C per un'ora in modo da evitare successive perdite di peso dovute alla temperatura del camino; seguirà la successiva conservazione nella scatola originale. I filtri saranno condizionati esclusivamente in essiccatore prima di ciascuna pesata. Al fine di preservare i campioni da possibili contaminazioni (in particolare di metalli), saranno utilizzate pinzette rivestite in teflon e un supporto plastico monouso per evitare il contatto con il piatto metallico della bilancia. Per la pesatura sarà utilizzata una bilancia analitica con risoluzione 0.01 mg.

Metodo per microinquinanti organici (diossine, furani, IPA e PCB):

Per la determinazione di diossine, furani (PCDD/DF) e policlorobifenili (PCB) si farà riferimento alla norma UNI EN 1948 del luglio 2006 mentre per gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) saranno seguite le indicazioni fornite dal Decreto Ministeriale del 25 agosto 2000.

Procedimento:

Il campione (filtri e XAD2) sarà estratto in soxhlet con una miscela 1:1 diclorometano/esano e filtrato su sodio solfato anidro; la condensa verrà estratta invece in diclorometano. Gli estratti ottenuti saranno evaporati a piccolo volume e sottoposti separatamente a due purificazioni successive attraverso colonna multistrato e allumina. Le due frazioni raccolte, che conterranno rispettivamente PCB la prima e PCDD/DF la seconda, verranno analizzate indipendentemente in spettrometria di massa. Il campione, prima della fase di estrazione, verrà addizionato di una quantità nota di standard contenente una miscela di composti marcati al ¹³C di PCDD/DF e composti marcati al ¹³C PCB. La determinazione quantitativa di PCDD/PCDF sarà effettuata utilizzando un gascromatografo interfacciato a spettrometro di massa con triplo quadrupolo (GC/MS/MS). L'identificazione e il riconoscimento di tutti i congeneri PCDD/DF e PCB si baserà sulla verifica dei tempi di ritenzione e dei rapporti di intensità delle masse dei frammenti stessi. Il valore di concentrazione sarà ottenuto mediante curva di taratura a più livelli utilizzando il metodo della diluizione isotopica associato al fattore di risposta.

Per quanto concerne gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) il metodo prevede che l'estratto venga purificato su colonna di gel di silice. L'identificazione e il dosaggio dei singoli IPA saranno effettuati mediante un gascromatografo interfacciato allo spettrometro di massa acquisendo le masse M e M+1. Il valore di concentrazione sarà ottenuto mediante curva di taratura a più livelli.

Metodo per la determinazione dei metalli totali:

Per la determinazione dei metalli si è scelto di seguire il metodo UNI EN 14385, applicato all'analisi dei campioni di particolato atmosferico per la ricerca di piombo, cadmio, arsenico e nichel. Tale metodo sarà adattato all'analisi non solo di materiale particellare ma anche di soluzioni di gorgogliamento e della condensa; inoltre sarà ampliato il set di metalli ricercati.

Procedimento:

Per quanto riguarda l'analisi del materiale particellare, la preparazione del campione prevederà una digestione del supporto di campionamento (filtro) con acido nitrico e perossido di idrogeno. La soluzione così ottenuta verrà filtrata, se necessario, con materiale monouso quindi trasferita quantitativamente in matracci tarati, addizionata con l'acqua di lavaggio del contenitore utilizzato per la digestione e portata a volume con acqua ultrapura. La condensa e le soluzioni di gorgogliamento saranno analizzate tal quali previa acidificazione della prima con acido nitrico. La concentrazione dei singoli metalli sarà determinata con ICP-MS utilizzando i fattori di risposta relativi a ciascun metallo precedentemente ottenuti da curve di calibrazione.

Metodo per determinazione della concentrazione in massa di singoli composti organici in forma gassosa:

In questo caso si seguirà il metodo UNI EN 13649 dell'ottobre 2002 che specifica i procedimenti per il campionamento su carboni attivi, la preparazione e l'analisi di campioni di composti organici volatili. I risultati ottenuti utilizzando la presente norma sono espressi come concentrazione in massa (mg/m³) di singoli composti organici in forma gassosa.

Procedimento:

Vi sono tre fasi nella misurazione dei singoli composti organici in forma gassosa. Esse sono: il campionamento dell'effluente gassoso, il trattamento del materiale campionato e l'analisi chimica mediante gascromatografia.

I composti organici provenienti da un volume misurato di gas devono essere adsorbiti sul carbone attivo. Il materiale particolato che potrebbe interferire con la misurazione dovrebbe essere rimosso. Deve essere impedita la condensa d'acqua. Il materiale organico raccolto deve essere desorbito utilizzando un solvente di estrazione. Una porzione del campione viene iniettata in un sistema di gascromatografia dotato di una colonna capillare e di un rivelatore appropriato (per esempio rivelatore a ionizzazione di fiamma, rivelatore di massa selettivo, ecc.). I composti sono separati mediante gascromatografia. I segnali del rivelatore sono valutati utilizzando la funzione di taratura.

Determinazione della concentrazione in massa del carbonio organico totale in forma gassosa a basse concentrazioni in effluenti gassosi

Metodo in continuo con rivelatore a ionizzazione di fiamma:

In questo caso si seguirà il metodo UNI EN 12619 del giugno 2002, in cui ci si avvale di uno strumento che utilizza la rivelazione a ionizzazione di fiamma (FID), unitamente ai procedimenti per la taratura e il funzionamento dello stesso, per la misurazione della concentrazione in massa del carbonio organico totale in forma gassosa (TOC) in emissioni di combustione da sorgente fissa. La norma è idonea per la misurazione delle emissioni, a basso livello, del TOC in fase gassosa o in fase vapore.

Determinazione della concentrazione di NO_x, SO_x, CO:

Per la determinazione di queste sostanze, è stato acquistato un analizzatore di gas di scarico portatile certificato che risponde alle norme vigenti del caso.

Nello specifico:

Per gli NO_x: UNI EN 14211: Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di azoto e monossido di azoto mediante chemiluminescenza.

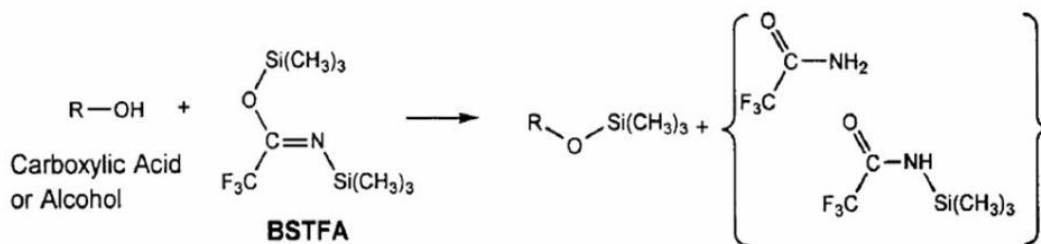
Per il CO: UNI EN 14626: Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di monossido di carbonio mediante spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva.

Per l'SO_x: UNI EN 14212: Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di zolfo mediante fluorescenza ultravioletta.

La facilità e la maneggevolezza di tale strumento consentirà agli operatori di svolgere sia analisi in laboratorio, che in campo.

Metodo per la determinazione degli acidi organici solubili

Essendo questi composti fortemente polari, la tecnica prevede un'iniziale l'utilizzo di N,O-bis(trimetilsilil)trifluoacetamide (BSTFA), catalizzato da una piccola percentuale di trimetilclorosilano (TMCS), come agente sililante. La reazione di derivatizzazione avviene secondo il seguente schema:



Procedimento:

Il campione è sciolto in acqua deionizzata (milliQ) e successivamente filtrato su filtro PTFE (0.45 µm). Poi la soluzione acquosa è portata a secchezza a temperatura ambiente sotto atmosfera di azoto: in seguito viene aggiunto il derivatizzante (BSTFA, 20 µl) e un solvente inerte e basso-bollente (i-Ottano) per arrivare ad un volume totale di 100 µl; la soluzione verrà quindi lasciata reagire per 90 minuti a 75°C. Nella miscela saranno presenti anche due standard interni, alla concentrazione di 20 µg/ml: l'Esadecano (C₁₆H₃₄) e l'Acido Tridecanoico (C₁₃H₂₆O₂).

Il primo servirà come standard interno per l'analisi quantitativa dell'analita, il secondo come composto di controllo del processo derivativo. Il metodo dovrà essere messo a punto utilizzando soluzioni standard di acidi carbossilici.

Una volta derivatizzato il campione, questo verrà analizzato al GC/MS, con caratterizzazione qualitativa delle varie specie componenti il campione.

Attività 6: Report, giornate dimostrative, organizzazione di workshop e incontri tematici, pubblicazioni scientifiche etc.

Rredazione di articoli scientifici su riviste nazionali ed internazionali; organizzazione di visite guidate, workshop e giornate dimostrative.

5.6.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.5.6.1: Filiera biogas e biomasse: Valutazione della qualità delle emissioni al camino di caldaie a biomasse e allo scarico di cogeneratori a biogas/biometano.

D.5.6.2.1: Filiera biogas: Analisi tecnico/economica dei sistemi di upgrading del biometano alla luce del DM 5 dicembre 2013.

D.5.6.2.2: Filiera biogas: Valutazione degli affetti dei pretrattamenti meccanici sulla composizione del biogas e del digestato.

D.5.6.3: Filiera biogas: sviluppo software per5 il monitoraggio e la gestione degli impianti a biogas/biometano.

D.5.6.4: Filiera biomasse: Valutazione delle ricadute di tipo economico che può derivare dalla definizione degli scenari tecnici e normativi che permettono di avvalersi di nuove forme di incentivo, riduzione dei costi di produzione dei biocombustibili, della riduzione dell'ampiezza della filiera energetica che si traduce anche in minor costi per gli agricoltori e i trasformatori delle biomasse.

D.5.6.5: Filiera biogas e biomasse: Messa a punto di procedimenti per lo studio degli impianti alimentati a biomasse e per impianti a biogas/biometano in termini di rendimento termico e rilievo e studio delle emissioni gassose allo scarico.

D.5.6.6: Filiera Biogas e biomasse: Da un punto di vista divulgativo, si prevede la realizzazione di un report finale e la disponibilità ad organizzare e/o partecipare a convegni, giornate di dimostrative e la realizzazione di uno specifico sito WEB.

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

	Attività	Deliverable
--	----------	-------------

Quadrimestri	1	Attività 1,5	
	2	Attività 1,5	
	3	Attività 1,5	
	4	Attività 1,5	D.5.6.1 D.5.6.2 D.5.6.5
	5	Attività 1,2,4,5	
	6	Attività 1,2,4,5	
	7	Attività 1,2,4,5	D.5.6.1 D.5.6.2 D.5.6.4
	8	Attività 1,2,4,5	D.5.6.2.1 D.5.6.2.2
	9	Attività 1,2,4,5	
	10	Attività 1,2,3,4,5	
	11	Attività 1,2,3,4,5	D.5.6.3
	12	Attività 6	
	13	Attività 6	
	14	Attività 6	
	15	Attività 6	D.5.6.6

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

Attività 1

L'attività in esame prevederà un'approfondita analisi e studio delle emissioni allo scarico degli impianti a biogas/biometano e biomasse in abbinamento alle caratteristiche chimico/fisiche delle matrici in ingresso.

Attività 2

L'attività prende in esame i nuovi schemi di incentivazione della produzione di biometano, definiti dal DM 5 dicembre 2013 e si pone l'obiettivo di fare un'analisi dettagliata dell'applicazione delle diverse tecnologie (Swot analysis: punti di forza "Strengths", debolezza "Weaknesses", opportunità "Opportunities" e le minacce "Threats").

Attività 3

L'attività prevede lo sviluppo un software che consentirà il monitoraggio degli impianti a biogas e di effettuare una analisi predittiva delle possibili problematiche degli impianti biogas/biometano.

Attività 4

L'attività prevede lo studio e la gestione dei residui delle lavorazioni agroforestali in termini di sostenibilità ambientale ed economica.

Attività 5

L'attività prevede la messa a punto di modelli e metodi per il calcolo del rendimento degli impianti e per il rilievo delle emissioni allo scarico con valutazione degli effluenti gassosi potenzialmente pericolosi per l'uomo e l'ambiente.

Attività 6

L'attività prevede l'organizzazione di giornate dimostrative, workshop e incontri tematici per presentare il centro dimostrativo.

5.6.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Alcune delle attività descritte prevedono l'organizzazione di prove sperimentali di campo a cui saranno invitati operatori del settore e/o soggetti pubblici (Regioni, Servizi di sviluppo agricolo, Enti locali) interessati ad ulteriori sviluppi.

Dall'attività scientifica è attesa la produzione di pubblicazioni su riviste nazionali ed internazionali con Impact Factor. I risultati ottenuti saranno oggetto di presentazione a seminari, workshop e convegni nazionali ed internazionali.

5.6.9 *Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione (Task?)*

Tabella 5.6.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 5.6.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 5.7: Sistemi dimostrativi per la produzione di biogas da prodotti e derivati contaminati da micotossine

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

Linea 1: Valutazione della sedimentazione e della flottazione di digestati di impianti di digestione anaerobica alimentati con differenti tipologie di biomasse

Gli impianti di digestione anaerobica sono caratterizzati da tabelle di alimentazione estremamente diversificate che conferiscono particolari proprietà chimico-fisiche al materiale in fermentazione. Il sistema di miscelazione dei fermentatori è indispensabile per il mantenimento di una temperatura omogenea del digestato, per il contatto del materiale organico con i consorzi microbici e per la fuoriuscita del biogas prodotto in fase liquida.

I substrati utilizzati possono essere caratterizzati da un contenuto più o meno elevato della componente a fibra lunga che tende a formare aggregati a bassa densità aventi la tendenza a posizionarsi nella parte superiore del digestore (strati flottanti e croste); vengono anche utilizzate biomasse con solidi facilmente sedimentabili, sia di tipo organico che inorganico, il cui utilizzo può determinare la formazione di depositi sul fondo del digestore con spessori che raggiungono anche alcuni metri nei casi più critici.

Impianti alimentati a FORSU (Frazione Organica del Rifiuto Solido Urbano) vanno incontro ai medesimi problemi degli impianti di tipo agro-zootecnico: in questo caso gli strati flottanti possono derivare da accumuli di plastiche residue mentre i depositi sul fondo sono spesso causati da metalli o vetro non rimossi in precedenza.

In aggiunta a ciò, l'attività batterica determina la formazione di esopolisaccaridi, composti ad elevato peso molecolare secreti dai microrganismi durante il loro metabolismo o la lisi cellulare, che conferiscono proprietà colloidali più o meno marcate al digestato.

Negli impianti di digestione anaerobica si può incorrere frequentemente in una situazione di insufficiente miscelazione dei digestori che può essere riconducibile a cause differenti tra cui una sbagliata progettazione, un guasto elettromeccanico, un'errata impostazione dei tempi di funzionamento o essere correlata ad una scorretta gestione dei substrati in ingresso. In queste situazioni, ad esempio, si può incorrere in una marcata stratificazione del fluido con formazione di strati flottanti e depositi sul fondo anche nello spazio di qualche ora. L'insufficienza nella miscelazione determina, nei casi meno gravi, un abbassamento di efficienza del processo produttivo del biogas mentre, nei casi più rilevanti, ad un inevitabile e consistente perdita di produzione di biogas a cui si va aggiungere lo sforzo economico necessario per individuare il problema e risolverlo ricorrendo ai servizi di aziende specializzate nella bonifica dei serbatoi di fermentazione. Per un gestore di impianto risulta quindi importante conoscere le tempistiche di sviluppo di tali stratificazioni, comprenderne l'entità e le dinamiche di sviluppo per poter operare successivamente le corrette manovre volte ad un ripristino dell'intero sistema.

A ciò si aggiunga la necessità di ottimizzare il trattamento del digestato ai fini del suo corretto impiego in fertirrigazione (allontanamento e recupero nutrienti) o, seppure raro, del suo invio a depurazione biologica.

Le ricadute applicative di tale attività saranno di interesse, come già specificato in precedenza, soprattutto per i proprietari e gli operatori di impianti di biogas; i dati raccolti potranno essere anche la base per l'arricchimento della conoscenza riguardante la fluidodinamica del digestato, attualmente basata su valori di riferimento non supportati da verifica sperimentale.

Linea 2: Uso energetico di farine contaminate da micotossine

Linea 4: Impiego di frumento e prodotti derivati contaminati da micotossine da utilizzare come substrato per la produzione di biogas.

Gli esperti del settore stimano che i cambiamenti climatici porteranno a variazioni anche rilevanti nella presenza di funghi tossigeni nei cereali; le misure preventive messe in atto negli ultimi anni, anche se costantemente aggiornate (linee guida, modelli previsionali, biocontrollo) potrebbero non essere sufficienti per ottenere regolarmente un prodotto a norma di legge. In Emilia-Romagna, ma non solo, la campagna 2012, a causa delle condizioni climatiche estreme, è stata di esempio in questo senso; quote rilevanti di mais sono risultate non conformi per il contenuto dell'aflatossina AFB1, con grosse difficoltà degli operatori del settore. L'individuazione di una strada alternativa di impiego per le partite di farine dei diversi cereali "non conformi" per l'uso zootecnico e/o alimentare è da ritenersi prioritaria a livello nazionale per dare risposte concrete ai produttori agricoli da un lato e dall'altro evitare comportamenti non corretti con ritorno nel circuito mangimistico e alimentare di tali flussi, tutelando concretamente la salute umana.

Parallelamente, nello stesso comparto agricolo lo sviluppo della produzione di energia rinnovabile da digestione anaerobica ha portato alla presenza sul territorio nazionale di circa 1.400 impianti alimentati con effluenti zootecnici, colture dedicate e sottoprodotti agro-industriali, cui le partite di farine non conformi possono essere destinate.

Tuttavia, questa possibile destinazione d'uso ha aperto una serie di interrogativi che solo in minima parte ha potuto trovare qualche risposta in risultati di attività di ricerca già disponibili. L'efficienza del processo di digestione può risentire della presenza di questi contaminanti? Il processo di digestione anaerobica è in grado di ridurre l'entità della contaminazione da micotossine del materiale in digestione? L'uso agronomico dei digestati può contribuire ad arricchire il terreno agrario di queste sostanze tossiche?

Sul tema "micotossine e digestione anaerobica" la bibliografia internazionale e nazionale è davvero ridotta; in proposito i risultati più mirati e funzionali per dare risposte alle domande di cui sopra, sono quelli emersi dal progetto "Biogas_micotossine_clostridi" finanziato dalla regione Emilia-Romagna e condotto da CRPA, dal quale sono emersi risultati confortanti, nello specifico in merito al comportamento delle aflatossine (AFB1 nello specifico). E' stato infatti verificato che il comportamento in digestione anaerobica di farine contaminate con AFB1 (sino a 10-20 volte il limite ammesso per uso zootecnico) impiegate in dosi pari al 10% in peso della dieta giornaliera è del tutto analogo a quello delle farine esenti; in altre parole non si sono osservati effetti di inibizione del processo biologico. Nonostante la graduale alimentazione con farine contaminate, non sono stati misurati effetti di accumulo; al contrario la concentrazione di AFB1 misurata nei digestati sono chiaramente inferiori a quelle attese e, nelle condizioni di prova precisate, si aggirano su valori inferiori a 10 µg/kg ST anche nella tesi a maggiore contaminazione. La degradazione biologica di AFB1 risulta evidente dal bilancio di massa complessivo, con riduzione in peso variabile dal 62 al 98% della quantità totale caricata.

Considerata la numerosità delle micotossine prodotte dai diversi funghi tossigeni che si possono insediare sui cereali e la loro pericolosità per la salute umana il quadro delle conoscenze deve necessariamente essere ampliato e completato per confermare i risultati ottenuti per le aflatossine e integrarli con risultati ottenuti in relazione ad altre micotossine, quali fumonisine e Deossivalenolo (DON). Le micotossine sono contaminanti naturali per cui la loro comparsa non è controllabile in toto; la definizione di strade alternative di valorizzazione per le farine non conformi è quindi della massima importanza. Una volta definito un percorso virtuoso per gestire anche tali flussi, esso potrà essere intrapreso ogni volta che se ne presenteranno le condizioni, evitando ripercussioni negative non solo di tipo economico, ma soprattutto sulla qualità delle derrate alimentari.

Linea 3: Clostridi e digestione anaerobica

A seguito dell'ampia diffusione degli impianti di biogas di tipo agrozootecnico verificatasi a partire dal 2009 in poi il tema della validità agronomica e ambientale del digestato, il sottoprodotto di risulta della digestione anaerobica destinato all'uso agronomico, è stato spesso affrontato in modo non corretto e incompleto, causando spesso allarmismi generalizzati tra la popolazione. In particolare, uno dei timori più diffusi è la possibilità che in digestione anaerobica, trattandosi di un processo biologico, si abbia non solo lo sviluppo dei batteri utili alla produzione di biogas, ma anche quello di batteri patogeni per la salute umana. Nello specifico, tra le specie presenti nel consorzio batterico che opera in digestione anaerobica rivestono un ruolo fondamentale quelle appartenenti al genere *Clostridium*. In materia di Clostridi e digestione anaerobica diversi sono gli aspetti salienti; la valutazione della possibilità che il processo di digestione anaerobica da biomasse agro-zootecniche e il conseguente uso agronomico dei digestati contribuiscano alla diffusione e all'accumulo ambientale di spore di batteri del genere *Clostridium* è di fondamentale importanza in relazione al ruolo che le spore hanno come causa di difettosità anche gravi della produzione di formaggi a lunga stagionatura e prodotti senza l'ausilio di antifermentativi. L'altro aspetto saliente è invece la possibilità di arricchire l'ambiente di altre specie del genere *Clostridium* che presentano caratteristiche di patogenità come il *Cl. butulinum* e il *Cl. perfringens*. In tema di rischio della contaminazione ambientale da spore di *Clostridium* a seguito dell'uso agronomico del digestato una prima serie di sperimentazioni hanno portato a risultati tendenzialmente tranquillizzanti, caratterizzati da una certa variabilità, peraltro attesa data la ubiquitarità delle spore di clostridi e la difficoltà della loro corretta quantificazione. In materia di correlazione tra Clostridi patogeni e digestione anaerobica, la bibliografia scientifica solo di recente si sta arricchendo dei primi risultati di attività di ricerca mirati. Anche su questo tema, le prime evidenze scientifiche portano ad affermare che non sussistono preoccupazioni reali in termini di incremento del rischio igienico-sanitario dovuto al genere *Clostridium*. Lo stesso progetto "BiogasDOP" finanziato dal MIPAAF, ha portato a risultati, di recente presentati e in corso di pubblicazione, che vanno nella stessa direzione. Tuttavia il tema è talmente importante per la salute umana e per la accettabilità sociale degli impianti di biogas agro-zootecnici che è prioritario proseguire con l'ampliamento delle conoscenze.

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

Task leader:

Claudio Fabbri - UO CRPA, *Linea 1* (vedi Task 5.4).

Partecipanti:

Lorella Rossi - UO CRPA, *Linea 2, 3 e 4*. Dottore Agronomo iscritto all'Ordine della Provincia di Piacenza dal 1989, sino al 1991 si è occupata di problematiche connesse con la gestione di effluenti zootecnici e residui agricoli e delle relative tecniche di valorizzazione (utilizzazione agronomica, compostaggio). Dal 1992 è ricercatrice presso il settore Ambiente del Centro Ricerche Produzioni Animali di Reggio Emilia. In qualità di Responsabile di Progetto ha gestito numerosi progetti di ricerca, finanziati da MIPAAF, ISPRA (ex APAT), regione Emilia-Romagna inerenti le seguenti tematiche: messa a punto e gestione di controllo di impianti pilota e dimostrativi di compostaggio e digestione anaerobica per effluenti zootecnici e agroindustriali, fanghi di depurazione civile e frazioni organiche da raccolta differenziata; coordinamento e gestione di indagini territoriali dirette e indirette mirate alla qualificazione e alla quantificazione di sottoprodotti e rifiuti organici selezionati a livello regionale e nazionale; di progetti di sperimentazione sull'impiego di fertilizzanti organici in agricoltura; coordinamento e gestione di progetti di sperimentazione e di monitoraggio in scala reale inerenti lo studio degli aspetti igienico-sanitari legati alla digestione anaerobica e all'uso del digestato e lo studio del comportamento di farine contaminate da micotossine in digestione anaerobica.

Ha svolto inoltre attività di assistenza tecnico-scientifica in merito a progettazione di massima di impianti di compostaggio e digestione anaerobica per biomasse agro-zootecniche e rifiuti organici di varia natura; assistenza nelle procedure autorizzative per avvio attività di recupero rifiuti (D.Lgs 5 febbraio 1997, n.22; D.M 5 febbraio 98); assistenza in fase di stesura e applicazione di sistemi di controllo qualità o piani di sorveglianza e controllo; assistenza alla realizzazione e gestione di impianti di digestione anaerobica, con particolare attenzione alla gestione dei sottoprodotti e alla stesura dei PUA per digestati; assistenza alla procedura di gestione di residui agro-industriali come “sottoprodotti” ai sensi dell’art. 184 bis del D.Lgs. 152/06. È autrice e co-autrice di numerosi articoli divulgativi e scientifici su riviste di settore e ha partecipato in qualità di relatore a diversi corsi, convegni e seminari nazionali ed internazionali.

Gabriella Aureli - UO CREA-QCE, *Linea 2 e 4*. Laurea in Scienze Biologiche nel 1983 presso l’Università degli Studi di Roma “La Sapienza”, Abilitazione alla professione di Biologo, Dottorato di ricerca in Biologia Cellulare e Molecolare (II Università di Roma “Tor Vergata”; Diploma di Specializzazione in Patologia Generale (Università di Roma “La Sapienza”). Ricercatore dal 1990 presso i Monopoli di Stato e dall’1 giugno 2001 presso il CREA-QCE. Idoneità al concorso per primo ricercatore (2009). Principali argomenti di ricerca svolti: studio della fermentazione del tabacco da sigaro inerente alle specie batteriche coinvolte nel processo fermentativo del tabacco e messa a punto di un sistema di monitoraggio della concentrazione di alcuni gas (O₂, CO₂ e NH₃) durante il ciclo di fermentazione industriale; qualità igienico-sanitaria dei cereali, soprattutto frumento, farro, mais e sorgo, concernente la rilevazione di micotossine tramite l’applicazione di tecniche immunoenzimatiche e cromatografiche; studio della stabilità di fusariotossine in soluzione; abbattimento della contaminazione da tricoteceni attraverso processi di prima trasformazione (decorticazione) e seconda trasformazione (pasta); rilevazione cromatografica di indicatori (ergosterolo) di contaminazione fungina dei cereali; prevenzione della contaminazione fungina e/o della produzione di micotossine nelle derrate cerealicole attraverso la messa a punto di un sistema di acquisizione ed elaborazione dei dati di temperatura all’interno di silos di stoccaggio; qualità tecnologica del frumento (in particolare frumento duro e farro) riguardo alla caratterizzazione elettroforetica delle proteine di riserva e ai parametri biochimici e reologici. Partecipazione a progetti nazionali, regionali e convenzioni, anche in qualità di responsabile scientifico. Collaborazione con istituzioni di ricerca nazionali (Università, CNR, ISS). Relatore esterno e co-tutor per tesi di laurea, dottorato, master e borse di studio. Socia AISTEC. Autore e co-autore di pubblicazioni scientifiche su riviste nazionali e internazionali.

Salvatore Moscaritolo - UO CREA-QCE, *Linea 2 e 4*. Laurea in Scienze delle Preparazioni Alimentari, Dottorato di Ricerca in Biotecnologie dei Prodotti Alimentari, abilitazione all’esercizio della professione di Tecnologo Alimentare. Ricercatore CREA dal 2003 ad oggi presso le seguenti strutture: CREA-CER, CREA-SCV e CREA-QCE. Ulteriore attività è stata svolta (dal 1994 al 2015) presso molteplici PMI chimico-alimentari operanti nella filiere cerealicole e olearie la cui attività ha riguardato: coordinazione nella riorganizzazione delle attività aziendali, funzione di Responsabile qualità, e funzione di Responsabile ricerca e sviluppo di processo e prodotto. Autore e co-autore di 1 libro e di numerose pubblicazioni scientifiche su riviste italiane e straniere; relazioni orali e poster in congressi, seminari, ecc., su aspetti relativi alla qualità tecnologica e nutrizionale dei prodotti agroalimentari e alla relative tecnologie di trasformazione. Partecipazione a numerosi progetti nazionali e regionali. Attività didattica in lezioni, corsi e seminari presso Università, Enti regionali e Strutture preposte allo sviluppo agricolo. Stesura/applicazione/verifiche e aggiornamento di tutte le procedure aziendali finalizzate alla certificazione, alla sicurezza e valorizzazione qualitativa di prodotti e/o processi agroalimentari quali: manuali della qualità, HACCP, Tracciabilità, Norme UNI-EN-ISO 9000:94, BRC, ICF, sicurezza luoghi ambienti di lavoro; nel contempo è stata svolta attività di audit aziendale e di formazione degli operatori tecnici aziendali.

Le principali attività di ricerca hanno riguardato: valorizzazione delle produzioni agricole primarie e dei relativi prodotti di trasformazione; sviluppo e messa a punto di nuovi metodi analitici per valutare i parametri di qualità sia tecnologica che nutrizionale di cereali e prodotti derivati; caratterizzazione reologica e chimico/nutrizionale di materie prime, semilavorati e prodotti finiti a base di cereali; sviluppo di prototipi su processo di detossificazione del glutine da farine e semole di frumento; processi della tecnologia alimentare; miglioramento tecnologico di processo e prodotto; influenza della tecnica di molitura tradizionale e innovativa; valutazione dei processi di maturazione e lievitazione; sviluppo di miscele e preparati alimentari.

Angela Iori - UO CREA-QCE, *Linea 2 e 4*. Laureata con lode in Scienze Biologiche (1984), abilitata alla professione di biologo (1985) e iscritta all'Albo dell'Ordine Nazionale dei Biologi (1986). Vincitrice del concorso pubblico da Biologo del Maf (1988), poi inquadrata come Biologo Direttore e successivamente nel profilo di Tecnologo. Primo tecnologo presso il CREA-QCE dal 31/12/2001. Idoneità al concorso di Dirigente tecnologo (2009). Ha prestato servizio presso l'Istituto sperimentale per l'Orticoltura di Pontecagnano (SA) svolgendo il Servizio revisione analisi delle sementi e attività di ricerca (01/08/1988-28/08/1994). Dal 29/08/1994 ha prestato servizio presso l'Istituto sperimentale per la cerealicoltura, ora CREA-QCE, effettuando il Servizio di revisione analisi su farine e paste alimentari (fino al 2001), per la determinazione di vari parametri: umidità, acidità, contenuto in ceneri, presenza di sfarinati di grano tenero su semole e paste, contenuto in steroli ed estratto etereo su paste all'uovo. Nello stesso periodo ha svolto attività di ricerca finalizzata a studiare nuove metodiche di analisi per migliorare le analisi ufficiali e/o ottimizzare quelle già esistenti. A tal fine ha anche partecipato al ring-test che ha portato alla revisione del metodo nazionale per la determinazione dell'acidità in semola e pasta. Ha, inoltre collaborato a varie linee di ricerca nell'ambito di numerosi Programmi ordinari e Progetti straordinari. Co-autore di pubblicazioni scientifiche su riviste nazionali ed internazionali e di capitoli di libri. È *tutor* e *co-tutor* di dottorati e tesi di laurea. Attualmente, presso il CREA-QCE, svolge attività di ricerca relativamente alle tematiche: studio sulla variabilità dei patogeni e della diffusione sul territorio, analisi del comportamento varietale del frumento e studi sulla genetica della resistenza a patogeni, studi sugli effetti della presenza di patogeni su caratteristiche qualitative della granella, realizzati anche mediante nuove tecniche (biochimiche, molecolari e analisi di immagine) per la diagnosi precoce delle malattie.

Pubblicazioni

- Aureli G., Amoriello T., Belocchi A., D'Egidio M.G., Fornara M., Melloni S., and Quaranta F. 2015. Preliminary survey on the co-occurrence of DON and T2+HT2 Toxins in Durum Wheat in Italy. *Cereal Research Communications*, 43(3), 481-491.
- Aureli G., Melloni S., D'Egidio M.G., Quaranta F., Haidukowski M., Pascale M., Lattanzio V.M.T, 2015. Effect of debranning on T-2 and HT-2 toxin content in durum wheat kernels and milling fractions. Proc. 10th AISTEC Conference "Grains for Feeding the World", Milan, 1-3 July, 128-132.
- Infantino A., Aureli G., Costa C., Taiti C., Antonucci F., Menesatti P., Pallottino F., De Felice S., D'Egidio M.G., Mancuso S. 2015. Potential application of PTR-TOFMS for the detection of deoxynivalenol (DON) in durum wheat. *Food Control*, 57, 96-104.
- Quaranta, F., Aureli, G., Camerini, M., Cecchini, C., Fornara, M., Gosparini, E., Melloni, S., Moscaritolo, S., D'Egidio M.G. 2014. Valutazione delle caratteristiche produttive, qualitative e igienico sanitarie del frumento duro in relazione alle tecniche di fertilizzazione in biologico. Secondo Congresso Nazionale della Rete Italiana per la Ricerca in Agricoltura Biologica – RIRAB.
- Rossi L., 2011. Tipologie di substrati per la produzione di biogas: effluenti zootecnici, biomasse agricole e agro-industriali Atti del Corso di aggiornamento: Biogas da agrozootecnica e agroindustria. Politecnico di Milano Febbraio 2011.

- Rossi L., 2013. Biogas da sanse e pastazzo d'agrumi: risultati di un test in continuo in impianto sperimentale. Atti Ecomondo 2013.
- Rossi L., 2014. Digestione anaerobica e aspetti igienico-sanitari: risultati preliminari di test in impianto sperimentale in continuo. Atti Ecomondo 2014.
- Rossi L., Soldano M., Piccinini S., Pietri A., 2015. Uso di farine contaminate a fini energetici (biogas): risultati di test in continuo in impianto pilota. Atti V Congresso nazionale "Le micotossine nella filiera agroalimentare". Istituto Superiore di Sanità 28-30 settembre 2015.

5.7.3 Obiettivi della task

Linea 1: Quantificare e caratterizzare gli strati flottanti e sedimentabili (entità, caratteristiche chimico-fisiche, velocità di formazione) in digestati prelevati in diversi impianti di digestione anaerobica alimentati con diverse tipologie di biomasse al fine della messa a punto di sistemi ottimizzati di miscelazione e impianti ottimizzati per il trattamento del digestato ai fini del suo uso fertirriguo.

Linea 2: Valutare il comportamento e l'eventuale abbattimento delle micotossine introdotte con prodotti e sottoprodotti cerealicoli contaminati in digestione anaerobica, con riferimento alle micotossine più diffuse come, ad esempio, aflatossine (AFB1 e AFB2), fumonisine (FB1+FB2), deossivalenolo (DON); Valutare l'effetto della successiva fase di stoccaggio del digestato contaminato da micotossine sulla eventuale ulteriore azione di riduzione indotta dall'attività microbiologica residua presente;

Linea 3: Verificare gli effetti del processo biologico di digestione anaerobica a partire da biomasse agro-zootecniche diverse condotto in condizioni termometriche diverse (mesofilia e termofilia) sulla evoluzione delle specie batteriche del genere *Clostridium*. Verificare il rischio di sviluppo in digestione anaerobica di forme patogene di Clostridi in relazione a piani di alimentazione diversi e a regimi termometrici diversi.

Linea 4: Proporre una soluzione sostenibile ed efficace per lo sfruttamento a fini energetici, mediante produzione di biogas, di materie prime a base di frumento e suoi derivati, non utilizzabili ai fini dell'alimentazione umana o animale in quanto non conformi alla normativa vigente, per limiti fissati o raccomandati, riguardo al contenuto in micotossine. L'ottimizzazione di questo processo potrà offrire una soluzione conveniente e sostenibile per l'utilizzazione del digestato a ridotto contenuto di micotossine come ammendante agricolo oppure, in alternativa, l'impiego dello stesso, considerevolmente ridotto in quantità, da destinare alla gassificazione/ combustione con ulteriore ricavo energetico in termini di produzione di gas o calore.

5.7.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

Linea 1:

Saranno effettuate, in scala di laboratorio, misurazioni ripetute per quantificare le velocità di formazione di strati flottanti e di sedimenti in digestati provenienti da impianti di digestione anaerobica in scala reale alimentati con diverse tipologie di biomasse in rapporti ponderali variabili. Proprio per l'intrinseca variabilità dei digestati e le mutevoli condizioni presenti su scala reale, verranno effettuate misure con metodologie da mettere a punto anche sulla base del campione in oggetto; esse potranno essere basate sia su metodologie classiche utilizzate per la quantificazione di sedimenti e di strati flottanti che su metodiche non convenzionali applicabili a questa tipologia di fluido.

Linea 2:

Lo studio del comportamento delle micotossine durante il processo di digestione anaerobica e il loro eventuale accumulo nel digestato sarà condotto mediante lo svolgimento di test sia in batch (test BMP a norma UNI EN ISO 11734:2004) che di tipo dinamico. Entrambi le tipologie di test saranno condotti con l'ausilio della strumentazione specifica ideata e realizzata e in dotazione a CRPALab. Prima dell'avvio dei test in continuo, si procederà ad una ottimizzazione del sistema sperimentale da impiegare per la loro conduzione; nello specifico, gli aspetti da ottimizzare sono la rilevazione della qualità del biogas prodotto per incrementare ulteriormente la precisione delle misura del metano effettivamente prodotto e il sistema di acquisizione dati per garantire la massima velocità di output sull'andamento del processo biologico. Ciascun test in continuo, della durata di almeno 2-3 mesi consentirà di testare da 3 a 6 miscele diverse per ciascun ciclo.

Tale impianto sperimentale è costituito da 3 minidigestori in acciaio alimentati in continuo, di volume di 24 dm³, miscelati e riscaldati, con misura in continuo della quantità di biogas prodotto (sistema manometrico) e misura discontinua della qualità del gas prodotto. La metodologia prevede il carico e lo scarico giornaliero, (o anche con maggior frequenza). Il sistema può operare in mesofilia e in termofilia. Ciascun reattore ha una linea indipendente e non vi sono parti in comune fra loro. Grazie al monitoraggio quali-quantitativo di dettaglio eseguito per singola tesi, ciascuna replicata tre volte, sarà possibile effettuare il bilancio di massa complessivo dal quale emergerà il reale livello di abbattimento di ciascuna micotossina rilevata in ingresso.

Per quanto riguarda la determinazione del contenuto di micotossine nei digestati estratti dai test in continuo essa sarà effettuata sia mediante analisi HPLC-MS, sia mediante test immunoenzimatici (vedi Linea 4).

I digestati contaminati da micotossine generati dai test di cui sopra saranno accumulati e posti in stoccaggio in piccoli tank posti in ambiente controllato e lasciati indisturbati per almeno 60 giorni dall'ultimo scarico. Il campionamento in almeno due momenti successivi consentirà di verificare l'eventuale ulteriore abbattimento indotto dall'attività microbica residua ancora presente nel digestato.

La scelta di prodotti e sottoprodotti contaminati da micotossine sarà effettuata in collaborazione con il CREA-QCE (vedi Linea 4).

Linea 3:

Lo studio della evoluzione delle specie del genere *Clostridium* già presenti o che si potrebbero sviluppare durante il processo di digestione anaerobica e la relativa presenza nel digestato sarà condotto mediante lo svolgimento di test in continuo nell'impianto sperimentale realizzato da CRPALab, già descritto per le attività della Linea 3.

Ciascun test in continuo avrà una durata complessiva di almeno 2 mesi e consentirà di testare da 3 a 6 miscele diverse per ciascun ciclo. Ciascun reattore ha una linea indipendente e non vi sono parti in comune fra loro. I test potranno essere condotti sia in mesofilia che in termofilia. Le biomasse caricate e il digestato in uscita saranno caratterizzate con tecniche di indagine innovative.

In ciascun campione si eseguirà l'analisi della popolazione microbica con il sistema di next generation sequencing; in sostanza, si procede alla estrazione del DNA e si esegue la sequenza del 16S rRNA microbico nel digestato, arrivando a ricostruire la comunità microbica nel periodo di processo considerato.

Linea 4:

Verrà effettuato uno studio di prodotto e di processo per ottenere sia un significativo abbattimento del contenuto in micotossine nel digestato sia la massima resa in termini energetici (produzione di biogas), ossia il massimo potenziale metagenico dai substrati fermentabili sotto forma sia di granella intera che di frazioni di molitura, considerato che in queste ultime il contenuto in micotossine si ridistribuisce in modo diversificato. Infatti, anche con l'impiego di granella pulita, e con livelli di contaminazioni a norma, si possono ottenere frazioni della molitura (crusca e

cruschello) aventi concentrazioni notevolmente più elevate in contaminanti. Fra l'altro, queste frazioni di scarto sono attualmente utilizzate per la realizzazione di miscele e/o formulati ricchi in fibra destinati all'alimentazione umana e soggetti a normazione. Saranno reperiti lotti di granella di frumento non conformi alla normativa vigente per il contenuto di alcune fra le più diffuse micotossine del frumento soggette a normazione (es.: deossinivalenolo, T2/HT2, zearalenone, ocratossina, ecc.), sia per limiti fissati che raccomandati. I campioni di ciascun lotto saranno sottoposti preventivamente a operazioni di pulitura della granella con raccolta del materiale di scarto (pula con altri residui vegetali e semi estranei); la granella pre-pulita, decorticata e non, verrà sottoposta a macinazione con raccolta delle principali frazioni della molitura (farina/semola, crusca e germe, cruschello-tritello-farinaccio). Sullo sfarinato integrale del prodotto tal quale, o decorticato, e su tutte le frazioni sopra elencate verranno effettuate analisi di verifica del contenuto in micotossine con metodi immunoenzimatici e/o cromatografici. La valutazione della resa energetica verrà effettuata anche tenendo conto della granulometria dei prodotti ottenuti sia mediante un processo standard di molitura sia attraverso una rimacinazione di alcune frazioni più grossolane come, ad esempio, il macinato integrale, la semola e la crusca.

5.7.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.5.7.1: Quantificazione e caratterizzazione degli strati flottanti e sedimentabili (entità, caratteristiche chimico-fisiche, velocità di formazione) in digestati prelevati in diversi impianti di digestione anaerobica alimentati con diverse tipologie di biomasse al fine della messa a punto di sistemi ottimizzati di miscelazione e impianti ottimizzati per il trattamento del digestato ai fini del suo uso fertirriguo.

D.5.7.2: I risultati ottenuti dalle attività proposte consentiranno di allargare lo stato delle conoscenze già acquisite perché si estenderà la verifica della degradabilità biologica delle micotossine condotta con approccio scientifico anche ad altre micotossine, oltre a confermare l'abbattimento riscontrato per la più pericolosa (AFB1) in condizioni di processo diverse (rapporto e tipologia delle biomasse in ingresso).

D.5.7.3: Evoluzione delle specie batteriche del genere *Clostridium* in digestione anaerobica a partire da biomasse agro-zootecniche diverse condotto in condizioni termometriche diverse (mesofilia e termofilia). Valutazione del rischio di sviluppo in digestione anaerobica di forme patogene di Clostridi in relazione a piani di alimentazione diversi e a regimi termometrici diversi.

D.5.7.4

Linea 4 1) abbattimento dei livelli di micotossine nel digestato ottenuto da fermentazione anaerobica, ai fini sia della produzione di biogas sia di un possibile utilizzo dello stesso come ammendante nei sistemi agricoli; 2) considerevole riduzione della massa iniziale contaminata, che rappresenta comunque uno scarto da trattare, la quale, sotto forma di digestato derivante dal processo di fermentazione anaerobica, può essere avviato a gassificazione ai fini di un ulteriore ricavo energetico (metano, idrogeno, ecc.) oppure semplicemente avviato alla combustione per ricavo di energia termica; 3) sfruttamento ai fini energetici, sotto forma di bio-digestato, di una matrice contaminata da micotossine che, in via preferenziale, sarebbe altrimenti destinata alla distruzione per normale combustione, con conseguenti effetti negativi per immissione di gas-serra e polveri sottili nell'ambiente; 4) l'insieme del processo rappresenta un percorso di smaltimento di matrici cerealicole che oltre ad essere altamente sostenibile per l'ambiente può offrire notevoli vantaggi dal punto di vista sia energetico che economico.

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

		Attività		Deliverable
Quadrimestri	1	Linea 1, 2, 3, 4		
	2	Linea 1, 2, 3, 4		
	3	Linea 1, 2, 3, 4		D.5.7.1 D.5.7.2 D.5.7.3 D.5.7.4
	4	Linea 1, 2, 3, 4		
	5	Linea 1, 2, 3, 4		
	6	Linea 1, 2, 3, 4		D.5.7.1 D.5.7.2 D.5.7.3 D.5.7.4
	7			
	8			
	9			
	10			
	11			
	12			
	13			
	14			
	15			

Tutte le attività si sviluppano in un arco temporale di 24 mesi.

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

Linea 1: Caratterizzazione quali-quantitativa di strati flottanti e sedimentabili di digestati prelevati in diversi impianti di digestione anaerobica alimentati con diverse tipologie di biomasse al fine della messa a punto di sistemi ottimizzati di miscelazione e impianti ottimizzati per il trattamento del digestato ai fini del suo uso fertirriguo.

Linea 2: Valutazione del comportamento e l'eventuale abbattimento delle micotossine introdotte con prodotti e/o sottoprodotti derivati da cereali contaminati in digestione anaerobica, con riferimento alle micotossine più diffuse, come, ad esempio, aflatossine (AFB1 e AFB2), fumonisine (FB1+FB2), deossivalenolo (DON);

Valutazione della successiva fase di stoccaggio del digestato contaminato da micotossine sulla eventuale ulteriore azione di riduzione indotta dall'attività microbiologica residua presente.

Linea 3: Valutazione degli effetti del processo biologico di digestione anaerobica a partire da biomasse agro-zootecniche diverse condotto in condizioni termometriche diverse (mesofilia e termofilia) sulla evoluzione delle specie batteriche del genere *Clostridium* e valutazione del rischio di sviluppo in digestione anaerobica di forme patogene di Clostridi in relazione a piani di alimentazione diversi e a regimi termometrici diversi.

Linea 4: Messa a punto di una soluzione sostenibile ed efficace per lo sfruttamento a fini energetici, mediante produzione di biogas, di materie prime a base di frumento e suoi derivati, non utilizzabili ai fini dell'alimentazione umana o animale in quanto non conformi alla normativa vigente, per limiti fissati o raccomandati, riguardo al contenuto in micotossine. I risultati finali della linea di ricerca riguarderanno l'ottimizzazione del processo fermentativo anaerobico su substrati a base di frumento costituiti da granella intera e/o da frazioni di molitura per l'abbattimento dei livelli di

contaminazione da micotossine e la verifica di un metodo immunoenzimatico per il riconoscimento e la quantificazione delle micotossine l'applicabilità del metodo immunoenzimatico per la quantificazione delle micotossine su digestati.

Per il settore "biogas" e per il settore cerealicolo le ricadute dei risultati ottenuti dalle varie linee di attività sono diversi e di notevole importanza.

Le conoscenze in merito alle reali prestazioni delle tecnologie di pretrattamento meccanico applicate alle biomasse fibrose consentiranno di sfruttare al meglio il potenziale energetico delle biomasse dedicate e di scarto.

Le conoscenze in merito alle frazioni allontanabili dai digestati per "flottazione" e "sedimentazione" consentiranno di migliorare tutto il sistema di miscelazione negli impianti di tipo completamente miscelato e di mettere a disposizione informazioni preziose ai fini della progettazione delle linee di trattamento con allontanamento e recupero dei nutrienti e produzione di una frazione chiarificata ottimale per l'uso fertirriguo.

I risultati attesi dalla ricerca avranno ricadute positive in merito al problema dello smaltimento di matrici cerealicole contaminate da micotossine in quanto forniranno una valida soluzione alternativa alla loro "distruzione", da riservare alle sole frazioni post pulizia davvero molto contaminate.

La valorizzazione energetica dei substrati contaminati da micotossine tramite digestione anaerobica costituirà una valida via di recupero applicabile a grossi quantitativi di scarti cerealicoli contaminati da micotossine, sostenibile dal punto di vista ambientale ed economico. L'individuazione di una strada alternativa di impiego per le partite di matrici cerealicole "non conformi" per l'uso zootecnico e/o alimentare rappresenta una risposta concreta e vantaggiosa per i produttori agricoli da un lato e dall'altro consente di evitare comportamenti non corretti con ritorno nel circuito mangimistico e alimentare di tali flussi, tutelando concretamente la salute umana.

Non si prevedono, al momento, ostacoli rilevanti ai fini del raggiungimento degli obiettivi prefissati nelle linee di ricerca. Qualora fosse necessario, saranno eventualmente adottate azioni correttive in corso d'opera in merito sia alla programmazione temporale delle attività sia alla scelta di opportune soluzioni tecnico-scientifiche (es.: reperimento materiale idoneo, metodi di analisi, ecc.).

5.7.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Le conoscenze acquisite attraverso i risultati di tutte le linee di ricerca saranno divulgate e rese fruibili soprattutto attraverso pubblicazioni a carattere scientifico o divulgativo, eventi e incontri con gli operatori dei settori cerealicolo e delle energie rinnovabili e, più in generale, con gli operatori interessati alla gestione sostenibile di matrici cerealicole contaminate da micotossine e non utilizzabili ai fini della trasformazione per usi mangimistici e/o alimentari.

5.7.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 5.7.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 5.7.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 5.8: Centro dimostrativo per la produzione aziendale di biogas e biometano e l'utilizzo in motorizzazioni sperimentali (gruppi elettrogeni, trattrici)

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

In tempi recenti è iniziato un processo di evoluzione tecnologica del tradizionale impianto per la digestione anaerobica di liquami e scarti di lavorazione agroalimentare e la produzione di biogas in una nuova tipologia definita a "a doppio stadio". Nell'ambito del progetto MiPAAF SOS-ZOOT, scheda Marea, è stato realizzato un impianto pilota di digestione anaerobica a doppio stadio nel quale avviene una produzione separata di idrogeno e metano. Il processo è stato già provato in laboratorio e l'impianto, per il quale è in corso una domanda di brevetto, ha dato risultati incoraggianti anche in termini di interesse da parte dell'industria. La messa a punto e ottimizzazione del citato impianto pilota costituisce materia di lavoro della task 3.3 del presente progetto, con l'obiettivo di migliorarlo e portarlo ad un livello pre-industriale.

La ricerca oggetto della presente task prende spunto dall'esistenza del suddetto impianto pilota, per andare ad esaminare le possibilità di utilizzo in azienda dei prodotti del digestore a due stadi: biometano (bio-CH₄) e bio-idrogeno (bio-H₂). Il metano è classicamente impiegato per l'alimentazione di motori a combustione interna, sia a benzina che Diesel (è in corso la sua graduale introduzione in trattrici agricole "bi-fuel"). L'idrogeno è un gas altamente infiammabile. Tale caratteristica lo rende interessante in quanto, opportunamente inserito nel ciclo di un motore a combustione interna, esso è in grado di migliorare l'efficienza della combustione, con benefici sul rendimento energetico e sulla qualità delle emissioni. Tale applicazione richiede una serie di valutazioni tecniche che saranno oggetto della presente task, il cui obiettivo finale è la realizzazione di un impianto dimostrativo basato sul digestore a doppio stadio di cui alla task 3.3 e su un utilizzatore della miscela metano-idrogeno (motore) per la produzione di energia elettrica, termica e meccanica. L'impianto fornirà informazioni di tipo scientifico, tecnico ed economico circa le possibilità applicative in varie realtà aziendali, con particolare riferimento al corretto dimensionamento, in relazione alle disponibilità di materiale da avviare al digestore e alle esigenze energetiche da soddisfare.

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

Task leader:

Daniele Pochi - UO CREA-ING, (vedi Paragrafo 1.8, pag. 21).

Partecipanti:

Roberto Fanigliulo - UO CREA-ING, (vedi Task 1.1).

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

Collaborazioni esterne:

- Prof. Giancarlo Chiatti (Dipartimento di Ingegneria - Università degli studi di Roma TRE). Professore ordinario di "Macchine a Fluido" –Studio delle problematiche scientifiche relative al settore delle macchine, con particolare riferimento ai motori a combustione interna e ai sistemi di combustione industriale.

- Ing. Fulvio Palmieri (Dipartimento di Ingegneria - Università degli studi di Roma TRE) - Ricercatore esperto di "Macchine a Fluido". Ambiti di ricerca: Caratterizzazione sperimentale e

modellazione dettagliata dei componenti dei sistemi di iniezione; Caratterizzazione sperimentale e modellazione dettagliata di componenti oleodinamici e pneumatici.

- Dott. Ettore Guerriero (CNR-IIA Istituto Inquinamento Atmosferico del CNR, Roma), Ricercatore Esperto di analisi chimiche e di emissioni inquinanti, produzione di biogas e upgrading a biometano.

- Dott. Benedetti P (CNR-IIA Istituto Inquinamento Atmosferico del CNR, Roma), Ricercatore - Esperto di analisi chimiche e di emissioni inquinanti.

Pubblicazioni

- Chiatti G, Palmieri F, 2013. Hole Cross Section Shape Influence on Diesel Nozzle Flow. In: Proceedings of SAE World Congress and Exhibition, Detroit, MI (USA) 2013. 2013-01-1609, Detroit, MI (USA), Aprile 2013.

- Chiatti G, Chiavola O, Palazzoni M, Palmieri F, 2015. Diesel Spray Modeling Under Off-Axis Needle Displacement. In: Proceedings of SAE World Congress and Exhibition. 2015-01-0922, Detroit, USA.

- De Blasiis MR, Di Prete M, Guattari C, Veraldi V, Chiatti G, Palmieri F, 2014. Influence of highway traffic flow condition on pollutant emissions of diesel passenger cars using driving simulator. In: Proceedings of TRB 2014 Annual Meeting, Washington DC, USA. Washington DC, USA, 2014.

- Pochi D, Fanigliulo R, Pagano M, Grilli R, Fedrizzi M, Fornaciari L, 2013. Dynamic-energetic balance of agricultural tractors: active systems for the measurement of the power requirements in static tests and under field conditions. Proc. 10th Conference of the Italian Society of Agricultural Engineering "Horizons in agricultural, forestry and biosystems engineering". Viterbo, Italy, September 8-12, 2013. Journal of Agricultural Engineering 2013, XLIV(s1),e84, 415-420.

- Santoro G, Pochi D, 1995. Utilizzo di metilesteri di oli vegetali come combustibili per trattori agricoli. Rivista di Ingegneria Agraria, 26(3), 175-183.

5.8.3 Obiettivi della task

L'obiettivo generale della task è la realizzazione di un centro dimostrativo dell'applicabilità, nell'azienda agricola, della tecnologia innovativa basata su digestore a due stadi, per la produzione di energia e il miglioramento del bilancio energetico dell'azienda stessa.

Il centro dimostrativo consisterà di tre elementi principali: la prima è l'impianto a due stadi che sarà messo a punto nella task 3.3; il secondo elemento sarà costituito da un impianto upgrading utile al miglioramento del combustibile che andrà ad alimentare la cogenerazione, riguardante il terzo ed ultimo elemento, basata su un motore a scoppio modificato per essere alimentato con bio-metano purificato o in miscela con bio-idrogeno.

Obiettivi specifici

- Messa a punto di un sistema per l'upgrading del biogas (metano e idrogeno), in grado cioè di abbattere in maniera significativa il contenuto di CO₂, solfuri, acqua ed altri interferenti in tracce, consentendone l'utilizzo diretto in azienda e/o l'immissione in rete.

- Realizzazione di un sistema in grado di utilizzare una miscela di bio-metano e bio-idrogeno come combustibile per la produzione di energia elettrica e termica.

- Integrazione fra digestore a due stadi e sistema di cogenerazione e avvio della fase di produzione di energia.

5.8.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

D.5.8.1 - Linea 1: Realizzazione di un sistema per l'upgrading del biogas, in grado cioè di abbattere in maniera significativa il contenuto di CO₂ ed acqua, consentendone l'utilizzo diretto in azienda. I due gas provenienti da due digestori non sono puri ma contengono percentuali variabili acqua, acido solfidrico, altre impurità e di CO₂. Per non compromettere l'efficienza della combustione e il rendimento del motore, queste sostanze sono normalmente eliminate tramite trattamenti chimici: quelli che riguardano acqua, H₂S e impurità are sono denominati "pulitura"; quelli che mirano all'eliminazione della CO₂ sono detti "upgrading". Al termine del processo il gas giunge a percentuali di metano prossime al 99%. Tali processi sono piuttosto impegnativi dal punto di vista tecnico e finanziario e si adattano bene ad impianti di dimensioni medie e grandi. Nel caso specifico dell'impianto oggetto della task e tenendo conto delle valutazioni sui processi di upgrading provenienti dalla task 3.3, sarà valutata la possibilità di introduzione di un sistema di purificazione e upgrading a basso costo, appropriato per realtà aziendali di piccole dimensioni. Tale processo è stato ideato e messo a punto dall'Istituto per l'Inquinamento Atmosferico del CNR e si basa sulle proprietà del tufo di fissare la CO₂ nel proprio reticolo cristallino. Al termine del processo di purificazione il bio-metano e il bio-idrogeno saranno avviati ad un sistema che consentirà di miscelarli in proporzioni variabili per consentire di individuare la miscela più appropriata per l'utilizzo finale.

D.5.8.2 - Linea 2: Realizzazione di un sistema in grado di utilizzare una miscela di bio-metano e bio-idrogeno come combustibile per la produzione di energia elettrica e termica. Parallelamente alla messa a punto del prototipo di impianto a due stadi, oggetto della task 3.3, sarà qui approntato l'impianto per l'utilizzo dei due gas prodotti. Esso consisterà in un gruppo per la cogenerazione di energia elettrica e termica basato su un motore a combustione interna. Saranno apportate delle modifiche al sistema di alimentazione del motore (iniezione), per consentirne il funzionamento con metano e con miscela metano-idrogeno. L'alimentazione del motore con tale miscela avverrà tramite un dispositivo realizzato in modo da poter regolare le percentuali dei due gas nella miscela e di fornirli al motore con la necessaria pressione. In tal modo, sarà possibile osservare il comportamento del motore ed individuare la miscela in grado di fornire le migliori prestazioni in termini di rendimento. Le valutazioni saranno effettuate attraverso la misura dell'energia elettrica e termica prodotte. In attesa di poter utilizzare i gas prodotti dal digestore a due stadi, i test saranno condotti utilizzando metano e idrogeno di provenienza esterna. Tale attività, che richiederà orientativamente 24 mesi (6 quadrimestri), porterà alla messa a punto di un sistema in grado di utilizzare i gas prodotti dal prototipo di digestore bi-stadio (task 3.3) e sottoposti ad upgrading secondo il metodo sviluppato nella linea 1 (D.5.8.1).

D.5.8.3 - Linea 3: Integrazione fra digestore a due stadi e sistema di cogenerazione e avvio della fase di produzione. Secondo il piano di attività, la messa a punto del digestore a due stadi e del motore modificato per la generazione di energia dovrebbe avvenire contemporaneamente in corrispondenza del sesto quadrimestre. Da tale momento in poi, le attività convergeranno verso la messa in funzione del sistema integrato dimostrativo, che entrerà in produzione fornendo una serie di indicazioni per ulteriori messe a punto. Una volta a regime esso fornirà preziose informazioni di carattere tecnico ed economico. Punto fondamentale sarà stabilire la soglia di convenienza economica della realizzazione di un impianto analogo in relazione alle sue dimensioni, dipendenti a loro volta dalla disponibilità di materiale da fermentazione e dalla quantità di energia che si vuole produrre. Nel quadro dell'attività oggetto della task 3.3, sarà anche studiata la qualità delle emissioni provenienti dalla combustione di biogas e biometano.

Collaborazioni esterne:

Per la realizzazione di quanto appena esposto, è prevista la collaborazione dei seguenti soggetti esterni:

- “Convenzione per attività di ricerca” fra CREA-ING e Dipartimento di Ingegneria - Università degli studi di Roma TRE (linee 1, 2, 4, 5). Gli esperti indicati al punto D.5.8.2 sono in possesso di specifiche competenze in materia di caratterizzazione sperimentale e modellazione dettagliata dei componenti dei sistemi di iniezione, di motori a combustione interna e di sistemi di combustione industriale, utilizzo di combustibili alternativi.
- “Convenzione per attività di ricerca” fra CREA-ING e l’Istituto per l’Inquinamento Atmosferico del CNR per la realizzazione di un originale sistema sviluppato dallo stesso CNR-IIA, per l’upgrading del bio-gas, e per l’esecuzione di attività analitica connessa.
- “Incarico di manutenzione” alla Ditta Carlo Volpi di Monterotondo (linee 1, 2, 3) - I sistemi elettronici ed informatici per il controllo del nuovo impianto saranno integrati con i sistemi già in funzione al CREA-ING che dovranno essere revisionati ed aggiornati. La suddetta ditta collabora da tempo con il CREA-ING ed avendo realizzato ad hoc gran parte delle catene strumentali impiegate, ne conosce le caratteristiche in relazione alle esigenze delle attività di ricerca e prova svolte dal CREA-ING. Tale collaborazione quindi si tradurrà in un risparmio di tempo e di risorse finanziarie e in una maggiore efficienza operativa.

Circa la realizzazione degli impianti sommariamente descritti in precedenza, vista l’elevata specificità applicativa richiesta, sarà valutata l’opportunità di affidarla a ditte specializzate del settore, mediante commessa, in seguito a procedura di gara.

5.8.5. Descrizione degli output della task (deliberabile)

D.5.8.1 Linea 1: Output dell’Attività 1: Realizzazione sistema di purificazione, upgrading e miscelazione del bio-metano e del bio-idrogeno e del sistema di controllo della qualità dei gas da avviare alla combustione.

D.5.8.2 Linea 2: Output dell’Attività: Realizzazione sistema di cogenerazione basato su motore modificato alimentato con miscela di metano e idrogeno: Report e pubblicazione dei risultati dell’attività Metodologie e protocolli di prova.

D.5.8.3 Linea 3: Output dell’Attività: Realizzazione dell’impianto pilota integrato per la produzione e l’utilizzo di bio-metano e bio-idrogeno in azienda: Report e pubblicazione dei risultati dell’attività.

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

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	Linea 1, 2	
	2	Linea 1, 2	
	3	Linea 1, 2	D.5.8.1
	4	Linea 1, 2	
	5	Linea 1, 2	
	6	Linea 1, 2	D.5.8.2
	7	Linea3	
	8	Linea3	
	9	Linea3	D.5.8.3
	10	Linea3	
	11	Linea3	
	12	Linea3	

	13	Linea3	
	14	Linea3	
	15	Linea3	

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

La realizzazione e messa in funzione dell'impianto dimostrativo è il principale risultato che dovrà dare indicazioni sulle potenzialità del sistema basato sul digestore a due stadi e sull'utilizzo in azienda dei due gas prodotti. Sono attesi riscontri riguardo all'efficienza dell'impianto di upgrading e della combustione della miscela metano-idrogeno. L'individuazione delle più idonee condizioni (grado di purificazione e titolo della miscela) saranno alla base di tutte le valutazioni anche di tipo economico, relative alla possibilità di trasferimento della tecnologia in realtà aziendali di dimensioni e complessità maggiori. Ricadute e benefici riguarderanno quindi i potenziali utilizzatori della tecnologia prodotta, che potrà significativamente contribuire al bilancio energetico dell'azienda.

5.8.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Per quanto riguarda l'aspetto scientifico, i risultati saranno oggetto di pubblicazioni scientifiche internazionali e nazionali. Sarà inoltre valutata l'opportunità della presentazione di memorie in convegni specifici sul tema di interesse.

Il sistema prodotto dalla ricerca potrà rappresentare un know-how importante per il CREA che potrà considerare la possibilità di proteggerne la proprietà intellettuale (brevetto o modello di utilità). Infine, insieme ai partner saranno concordate le modalità di diffusione dei risultati attraverso l'organizzazione di workshop, giornate dimostrative, ecc.

5.8.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 5.8.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 5.8.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.

Task 5.9: Organizzazione e archiviazione risultati trasferibili. Formazione, trasferimento partecipato delle conoscenze. Focus group

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

Il trasferimento dell'innovazione, e più in generale la condivisione di conoscenze prodotte dal sistema della ricerca e quindi anche dalle Strutture di ricerca del CREA, assume oggi carattere prioritario perché strettamente collegato al nuovo periodo di programmazione e di attuazione degli interventi previsti con gli strumenti di politica agricola comunitaria per il periodo 2014-2020. Ed è proprio in questo contesto che, anche in riferimento agli strumenti messi a disposizione per favorire lo scambio informativo e la collaborazione tra ricerca e imprese (Partenariato Europeo per l'Innovazione, organizzazione funzionamento di Gruppi Operativi), occorrerà rafforzare e mettere a sistema tutte le azioni tese a favorire, sostenere e coordinare iniziative di divulgazione e attività dimostrative finalizzate alla diffusione al pubblico e alle imprese delle conoscenze e dei risultati generati dalla ricerca dell'Ente.

Nell'ambito del progetto diventa pertanto importante non solo affiancare le azioni previste in tutti i WP per organizzare l'offerta di innovazioni, ma anche creare e mettere a disposizione strumenti in grado di veicolare rapidamente alle imprese tutte le informazioni necessarie collegate alle innovazioni prodotte, affinché possano essere facilitate poi nell'adozione nel loro contesto operativo.

A questo riguardo per supportare e facilitare l'azione di disseminazione di conoscenze e di trasferimento tecnologico, si intende mettere a disposizione, calibrandolo in ragione di quanto previsto con le altre azioni progettuali, un modello di trasferimento delle conoscenze e dei risultati (denominato Agritrasfer), che sfrutta strumenti e metodologie operative già collaudate in altri contesti operativi e che, tenuto conto anche delle limitate risorse finanziarie disponibili, facilita la comunicazione permanente (anche formazione e informazione) tra le Strutture di ricerca, il mondo operativo, gli attori che a diverso titolo hanno competenze tecniche ed istituzionali nelle materie afferenti il progetto, favorisce, attraverso una significativa azione di animazione e di collegamento con le attività di coordinamento, la diffusione e il trasferimento dei risultati fino agli utilizzatori finali.

Il modello di trasferimento (Agritrasfer) che si intende applicare al progetto consentirà di promuovere ed incentivare il rapporto diretto tra le strutture che producono ricerca e innovazione, le imprese e i territori. Ciò consentirà anche di individuare nuova domanda di risultati funzionale ai reali fabbisogni locali alla quale le strutture di ricerca coinvolte nel progetto e operanti in specifici contesti territoriali potranno meglio rispondere calibrando l'organizzazione dell'offerta di innovazioni.

Il sistema di comunicazione fra i soggetti del sistema della conoscenza concorrerà inoltre a rendere più efficace il rapporto funzionale fra loro e promuoverà una più efficiente utilizzazione delle risorse finanziarie finalizzate alla ricerca e ai servizi offerti.

La rete di comunicazione fra i soggetti del sistema della conoscenza, mediante la sistematizzazione delle informazioni e la divulgazione dei contenuti delle ricerche, renderà più agevole e fluido il rapporto fra ricerca, agricoltura e società civile.

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

Task leader:

Daniele Lolletti - UO CREA-AC, Ufficio Trasferimento tecnologico, brevetti e rapporti con la imprese. Dottore in Scienze Agrarie, Ricercatore.

Maggio 2010 – ottobre 2015: collaboratore presso l'Amministrazione Centrale del CREA, presso il Servizio Innovazione e Trasferimento tecnologico con la funzione di gestore del software applicativo per l'acquisizione, elaborazione e presentazione dei dati relativi ai progetti di ricerca e loro divulgazione tramite e-learning.

Settembre - Dicembre 2009, collaboratore presso il Centro Sperimentale per la Frutticoltura di Roma, nell'ambito della raccolta e catalogazione di dati pomologici e fisiologici.

Maggio 2006 – Agosto 2009, vincitore dell'assegnato di ricerca "Miglioramento genetico, studi varietali e tecniche colturali per una coltura sostenibile" presso il Centro Sperimentale per la Frutticoltura di Roma.

Maggio 2001 – Aprile 2006, collaboratore presso l'Istituto per la Patologia Vegetale di Roma. Ha svolto attività nell'ambito della verifica dei prodotti fitosanitari utilizzabili in agricoltura biologica.

Dicembre 2001 – marzo 2002. Assunto presso la Bromotirrena s.r.l., con l'incarico di curare l'allevamento di insetti da impiegarsi in agricoltura protetta (*Bombi-Bombus terrestris*).

1999, collaborazione con il Dipartimento di Produzione Vegetale dell'Università degli Studi della Toscana, nella sperimentazione in campo e in serra delle nuove varietà di fragola transgeniche prodotte.

1995-1999 Esperienza pratica di laboratorio nella trasformazione genetica e nella micropropagazione "in vitro" maturata per il conseguimento della Laurea.

Durante i diversi anni di attività trascorsi presso gli Istituti di Ricerca sopra menzionati, sono stati prodotti oltre 20 lavori pubblicati da riviste nazionali e internazionali di cui si riportano i più rilevanti.

Partecipanti:

Letizia Pompili - UO CREA-AC, laureata in Scienze Biologiche in data 19/10/1999 presso l'Università degli Studi di Roma "La Sapienza", ha conseguito il Dottorato di ricerca in Chimica agraria in data 24/2/2004. Dal Maggio 2000 a Marzo 2008 ha lavorato presso il CREA-RPS seguendo attività di ricerca sulla biodiversità microbica del suolo, in particolare sulla diversità metabolica e genetica e dell'attività enzimatica di comunità microbiche del suolo nei processi di degradazione della sostanza organica del suolo. Da Aprile 2008 alla data odierna lavora presso l'Ufficio Trasferimento tecnologico, brevetti e rapporti con le imprese, in materia di Proprietà industriale e trasferimento tecnologico. In particolare sulla gestione delle informazioni relative al portafoglio brevettuale del CREA (compresa la messa a punto dell'archivio informatizzato per la gestione della banca dati relativa) e la predisposizione del Catalogo della Proprietà intellettuale del CREA, pubblicato nel 2012 a cura di Corrado Lamoglie. Inoltre si occupa di tutti gli atti e i documenti relativi a:

- questioni legate ai diritti maturati dai ricercatori in materia di proprietà intellettuale;
- valutazione di accordi/contratti a supporto delle attività di trasferimento tecnologico che le strutture di ricerca intendono attivare con società esterne/imprese per lo sfruttamento delle innovazioni prodotte dal CREA.

Corrado Lamoglie - UO CREA-AC, Ufficio Trasferimento tecnologico, brevetti e rapporti con le imprese. Dottore Agronomo, Dirigente del Servizio succitato (già Tecnologo e Reggente del Servizio), fornisce supporto alle attività relative al trasferimento dei risultati delle ricerche condotte dal CREA alle imprese e alle Regioni, alla gestione e valorizzazione della proprietà intellettuale dell'Ente e alla creazione di Spin-off. Ottobre 2005 - novembre 2007: Direttore agrario presso l'Ispettorato centrale per il controllo della qualità dei prodotti agroalimentari (ex-ICRF) del MiPAAF supporto all'Ispettore generale capo per il coordinamento dei rapporti con il Gabinetto del Ministro e con i Comitati di controllo. Gennaio 1998 – agosto 2005: Tecnologo presso l'INEA (Sedi: Roma e Basilicata), coordinatore e componente gruppi di lavoro regionali ed interregionali su gestione irrigua, salvaguardia agro-ambientale, buone prassi agricole. Dal 1995 al 1997: libero professionista, consulente/docente per enti di formazione in materia agro-ambientale, collaboratore Confederazione Italiana Agricoltori-Basilicata per la valorizzazione e la tutela dei prodotti tipici locali.

Tullio Tomasi - UO CREA-AC, laureato in Fisica nel 1976 presso l'Università degli Studi Di Roma "La Sapienza", ha lavorato per molti anni come responsabile dei Sistemi Informativi del Research Toxicology Centre a Pomezia, occupandosi tra l'altro di validazione dei sistemi computerizzati soggetti a certificazione di quality assurance e di sistemi informativi per le biotecnologie. Ha poi svolto attività di consulenza in ambito informatico, ed è stato Tutor del progetto "Retidimare" del BusinessLab della FILAS e socio/amministratore della startup scaturita dallo stesso.

Dal 2010 cura l'amministrazione di alcune banche dati della ricerca del CREA (Banca dati dei Progetti della ricerca, delle Pubblicazioni e dei Prodotti della ricerca), sviluppando per il progetto "Agritrasfer-In-Sud" -su specifiche dell'ex Servizio Trasferimento dell'Innovazione- il portale con lo stesso nome contenente le banche dati dell'innovazione tecnologica dell'Ente (risultati della ricerca, brevetti, private vegetali). Ha curato, insieme al personale dello stesso servizio, la messa a punto del portale per le Comunità di Pratiche del CREA e la successiva manutenzione. Ha curato la migrazione dei prodotti della ricerca (Pubblicazioni) dal portale locale Monitor al AIR (Archivio Istituzionale della Ricerca) su piattaforma Cineca-IRIS, open access. Dal 2013 è il referente per gli Open Data del CREA, curando il coordinamento generale e la manutenzione ed aggiornamento dei dataset.

Le attività di trasferimento delle innovazioni previste in questa task sono organizzate direttamente dall'Ufficio Trasferimento tecnologico, brevetti e rapporti con la imprese, del CREA.

L'Ufficio, facilita le attività di diffusione dei risultati della ricerca e di tutela, diffusione e valorizzazione della proprietà intellettuale; coordina le attività di comunicazione e di diffusione dell'informazione tecnica e scientifica utilizzando, in modo particolare, gli strumenti informatici; sostiene l'internazionalizzazione delle attività del Consiglio garantendo il supporto amministrativo necessario alla partecipazione dei ricercatori a progetti internazionali e curando gli iter procedurali inerenti le relazioni dell'Ente con la Commissione Europea, con le Organizzazioni internazionali e con Enti di ricerca di altri Paesi.

Le attività sviluppate nella task 5.9 saranno svolte dall'Ufficio Trasferimento tecnologico, brevetti e rapporti con la imprese - per la gestione e funzionamento di un sistema di comunicazione permanente tra ricerca e mondo operativo, e dall'Ufficio Controllo di gestione, supporto OIV e alla valutazione della ricerca - per gli aspetti legati alla fruizione open data delle informazioni elaborate e contenute nelle banche dati e sistemi di supporto messi a punto nell'ambito dagli altri WP.

L'Ufficio Trasferimento tecnologico, brevetti e rapporti con la imprese, è diretto dal Dott. Corrado Lamoglie.

Pubblicazioni:

- Benedetti A, Pompili L, 2006. Batteri In: Il Suolo nella provincia di Pavia. EUR 22132 IT, pp. 48-66.
- Canali S, Trincherà A, Intrigliolo F, Pompili L, Nisini L, Mocali S, Torrìs B, 2004. Effect of long term addition of composts and poultry manure on soil quality of citrus orchards in Southern Italy. *Biology and Fertility of Soils*, 40, 206-210.
- Costa C., Paglia G., De Salvador F.R., Lolletti D., Rimatori, V. Menesatti P., 2009. Hazelnut cultivar identification with leave morphometric analysis: preliminary results. *Acta Horticulture*, 845: 245-248.
- Lamoglie C, 2001. L'acqua, un bene prezioso, aprile 2001, *Informatore Agrario*, 15 del 6-12.
- Lamoglie C, 2004. Analisi e monitoraggio della spesa agricola in Basilicata. *Spesa Agricola Regionale*, aprile 2004 Paragrafi 1, 2 - INEA.
- Lamoglie C, 2011. Catalogo della proprietà intellettuale del CRA. Servizio Trasferimento e Innovazione.

- Lamoglie C, 2013. Progetto Agritrafer-In-Sud, Rapporto finale “Strumenti e metodologie per la raccolta e il trasferimento dei risultati della ricerca e della sperimentazione agraria”, CRA.
- Lamoglie C, 2015. Lo sviluppo partecipato in agricoltura – Alcuni esempi di Buone Prassi per la condivisione e il trasferimento di conoscenze in campo agricolo, agroalimentare e industriale. Servizio Innovazione e trasferimento tecnologico.
- La Torre A., Leandri A., Lolletti D., 2005. Contaminazione fungina e residui di fitofarmaci su prodotti frutticoli biologici e convenzionali. Rivista di frutticoltura, 5: 37-43.
- Spera G., La Torre A., Lolletti D., 2006. Malvasia di Candia: confronto tra prodotti ad azione antiperonosporica in agricoltura biologica. Rivista di Viticoltura e di Enologia, 2: 5-11.
- Spera G., La Torre A., Lolletti D., Coramusi A., 2006. Valutazione dell'attività di formulati antiperonosporici in viticoltura biologica. VigneVini 5: 63-68.
- Pallottino F., Menesatti P., Costa C., Paglia G., De Salvador F.R., Lolletti D. 2010. Image analysis techniques for automated hazelnut peeling determination. Food Bioprocess Technology 3: pag 155-159.
- Pompili L, Mellina AS, Benedetti A, Bloem J, 2008. Microbial indicators in three agricultural soils with different management. Fresenius environmental bulletin, 17(8b), 1128-1136.

5.9.3 Obiettivi della task

La partecipazione di più Strutture di ricerca alle attività progettuali e le conseguenti azioni a carattere multidisciplinare che ne derivano, consente sul fronte dell'innovazione e del trasferimento della conoscenza in ambito agricolo e forestale, non solo di produrre e mettere a disposizione delle imprese risultati e innovazioni trasferibili per specifici comparti o contesti produttivi ma anche di contribuire con risultati puntuali e con tecniche sperimentali e metodiche innovative, ma anche di contribuire a sostenere la competitività dei principali comparti produttivi coinvolti e oggetto delle diverse attività progettuali.

La possibilità di offrire conoscenze innovative non implica però che la capacità di innovare da parte delle imprese sia immediato e automatico. È importante quindi creare e consolidare un sistema a rete che tenga conto e crei la giusta interazione tra i soggetti che a vario titolo hanno competenza in materia quali, le Strutture di ricerca, Regione, Servizi e imprese, che siano in grado di far circolare le informazioni secondo schemi ben definiti, organizzare di conseguenza l'offerta delle innovazioni prodotte e attivare il trasferimento tecnologico.

Oltre alla produzione di innovazione importanti sono quindi i mezzi con i quali l'innovazione viene veicolata al mondo produttivo.

Attraverso il sistema Agritrasfer, l'Ente è in grado di impostare e organizzare anche con la collaborazione diretta di tutti gli stakeholder, un sistema di trasferimento delle conoscenze acquisite attraverso le attività di ricerca, attivando una comunicazione diretta con i predetti soggetti. Si tratta di utilizzare gli strumenti e le metodologie innovative disponibili in Agritrasfer (organizzazione degli archivi risultati e innovazioni, predisposizione di pacchetti tematici di risultati, uso di una piattaforma e-learning attraverso la quale ricercatori, tecnici regionali e altri portatori di interesse approfondiscono alcune problematiche di settore, definiscono le esigenze e le priorità di innovazioni, ma anche di nuova ricerca applicata, e individuano le modalità e la rispondenza applicativa dei risultati prodotti dalla ricerca e sperimentazione agraria rispondenti alle esigenze manifestate).

La natura di Agritrasfer è quella di essere un sistema flessibile e fondato sulla costruzione condivisa di conoscenza che, coinvolgendo tutti gli attori del sistema produttivo, permette di definire modalità di trasferimento dell'innovazione condivise in cui si attua contemporaneamente informazione, formazione e assistenza tecnica per l'applicazione dei risultati della ricerca (modalità di utilizzo dell'innovazione: è applicabile immediatamente o previo collaudo in loco; a cosa serve; cosa occorre alle imprese affinché l'innovazione possa essere adottata).

Le attività previste nella task 6.D.1 consentiranno, pertanto, attraverso l'utilizzazione del sistema Agritrasfer e degli strumenti informatici ad esso collegati, il perseguimento dei seguenti obiettivi specifici:

- organizzazione del pacchetto di conoscenze e di innovazioni prodotte dalle strutture di ricerca nei work package del progetto e produzione di specifiche schede descrittive in cui si richiamano il grado di trasferibilità e le modalità di utilizzazione dei singoli risultati e/o delle innovazioni realizzate. Tali insiemi di conoscenze forniranno il tessuto semantico per la costruzione dell'ontologia che sarà alla base della successiva diffusione dei risultati dei differenti WP mediante tecnologie di accesso in modalità LOD (Linked Open Data).

Ciò sarà realizzato tenendo conto delle problematiche di settore e le esigenze di innovazione ritenute necessarie al miglioramento della competitività delle imprese legata ad obiettivi strategici di sviluppo e congruenti anche con gli attuali indirizzi di politica nazionale e comunitaria per lo sviluppo rurale e forestale.

- Diffusione dei risultati e delle innovazioni alle imprese in relazione a specifici aspetti previsti dal progetto.

Al riguardo saranno organizzati i primi gruppi di interesse intorno ai quali costituire delle Comunità di Pratiche che utilizzeranno i canali e gli strumenti di comunicazione (sito web, strumenti multimediali ecc.) messi a punto per gli approfondimenti tematici di interesse e per l'accesso e l'utilizzazione dei risultati e delle innovazioni prodotte dal progetto. Saranno inoltre incentivati, in collegamento con le attività di coordinamento del progetto, gli incontri con gli attori del sistema produttivo individuati nell'ambito dei singoli WP, per promuovere azioni di partenariato al fine di sfruttare le conoscenze prodotte dalla ricerca nell'ambito dei comparti produttivi presi a riferimento, contribuendo al contempo all'ammodernamento delle imprese di settore e all'aumento della loro produttività e competitività a livello locale e nazionale. Saranno inoltre esposte tutte le conoscenze derivanti dalle attività di cui sopra, in appositi dataset liberamente fruibili in modalità LOD tramite internet, organizzati logicamente nell'ontologia a tal fine realizzata.

- Fornire il supporto necessario alle imprese, anche on-line e in presenza, finalizzato all'individuazione degli elementi utili all'adozione del/i risultato/i e delle innovazioni ottenuti con le attività del progetto.

Sarà realizzato un sistema di consulenza on-line, funzionante sulla piattaforma e-learning messa a disposizione dall'Ente, che fornirà indicazioni sugli aspetti tecnici delle innovazioni e sulla loro adozione; saranno inoltre promossi "approfondimenti in co-presenza" (promozione di attività dimostrative e di collaudo delle innovazioni, Focus Group per il confronto con tutti gli attori del sistema produttivo territoriale con l'animazione e l'affiancamento dei ricercatori coinvolti nei diversi WP).

5.9.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

L'attività della task trova collegamento con le attività di tutto il progetto e consentirà di promuovere e supportare processi di trasferimento dei risultati e delle innovazioni prodotte dalle Strutture di ricerca coinvolte nel progetto e impegnate negli altri WP.

Attraverso questa task saranno realizzate le seguenti linee:

- Linea 1: Organizzazione e implementazione della banca dati in ragione dei requisiti dell'intero progetto. Si tratta di calibrare gli strumenti informatici che consentono l'accesso tramite web a banche dati in cui sono riportati i risultati e le innovazioni messi a punto nelle attività dei vari work package, garantendo nel contempo un accesso a tutte le innovazioni disponibili prodotte dalla ricerca, descritti secondo criteri che ne facilitano la divulgazione e l'adozione da parte delle imprese (per ogni risultato si riporterà la descrizione, il grado di trasferibilità, il campo di utilizzazione, i requisiti tecnici e gestionali per applicarlo nella pratica operativa);

Inoltre le attività previste in questa linea terranno conto anche degli attuali orientamenti volti ad aumentare la trasparenza e la qualità dei servizi offerti ai cittadini dalle Pubbliche Amministrazioni,

favorendo la consultazione e il riutilizzo dei dati acquisiti e organizzati in specifici archivi prodotti con gli altri work package, in forma aperta e digitale, agevolandone e semplificandone la divulgazione tramite internet a tutti i potenziali utilizzatori. Allo scopo, in collegamento con la piattaforma Agritrasfer, sarà creata una specifica ontologia per rappresentare i dati che riporteranno i risultati delle ricerche dei work package e che verranno esposti in modalità Linked Open Data mediante appositi dataset nell'ambiente server data.entecra.it del CREA.

- Linea 2: Definizione dei requisiti e gestione di una piattaforma e-learning e di interazione 2.0 - - Si tratta di calibrare la piattaforma e-learning del modello Agritrasfer per consentire la comunicazione a distanza e organizzare un sistema di animazione per supportare attivare specifiche delle Comunità di Pratiche, ovvero gruppi di lavoro “alla pari”, in cui saranno coinvolti i ricercatori afferenti ai diversi task degli altri work package e i vari stakeholder coinvolti che insieme approfondiranno le problematiche di settore/comparto e, in considerazione delle esigenze e dei fabbisogni manifestati, individueranno le modalità applicative delle innovazioni rese disponibili dal progetto tenendo conto anche di tutte le conoscenze che al riguardo il CREA, potrà mettere a disposizione per meglio finalizzare le azioni di trasferimento e adozione delle innovazioni proposte (le Comunità di Pratiche diventano così un luogo di discussione, approfondimento e formazione permanente reciproca tra ricercatori, tecnici regionali e professionisti, altri portatori d'interesse [utilizzando FORUM + CORSI FAD]; un luogo in cui proporre problemi tecnici ed eventuali soluzioni ma anche dove segnalare idee innovative, condividere documenti di approfondimento di riflessione a supporto delle proprie attività [REPOSITORY DOCUMENTI]; un luogo che consente per ogni problematica o tema in discussione di coinvolgere ricercatori provenienti da più Strutture di ricerca dell'Ente (ma anche di altri Enti), anche territorialmente distanti, afferenti ad uno stesso comparto/filiera e/o che mettono a disposizione competenze multidisciplinari rispetto al tema proposto; un luogo in cui gli stessi partecipanti provenienti da differenti aree della regione si scambiano esperienze e propongono essi stessi possibili soluzioni operative).

- Linea 3: Approfondimenti in presenza (Focus Group). A supporto della comunicazione a distanza e in stretto collegamento con il Coordinamento del progetto saranno organizzati Focus Group tematici che diventano un valido e necessario strumento di affiancamento all'uso dell'e-learning. Attraverso questi momenti di condivisione si potranno coinvolgere in maniera attiva tutti gli attori dei comparti presi a riferimento dal progetto e “mettere in pratica” le soluzioni individuate nei singoli work package anche attraverso le Comunità di Pratiche (qui si può dibattere con i ricercatori coinvolti nelle attività del progetto e con i propri referenti regionali/territoriali per ricevere utili indicazioni e conoscenze specifiche a supporto della propria attività, ma si può anche fare emergere “dal basso” nuove istanze e fabbisogni specifici locali che il mondo scientifico può far proprie per impostare e calibrare le attività di ricerca al fine di ottenere ulteriori risultati mirati e prontamente trasferibili).

L'impostazione e la definizione dei suddetti processi di trasferimento consentiranno di rafforzare la collaborazione con il territorio e con i Servizi su questo operanti (sistema delle divulgazione), con il sistema produttivo locale, con organizzazioni professionali, associazioni di categoria, ecc. in coerenza con gli indirizzi prefissati dalle nuove politiche di settore per il periodo 2014-2020 (PEI, Gruppi Operativi) a sostegno della competitività e della sostenibilità del settore agricolo, agroindustriale e rurale.

5.9.5. Descrizione degli output della task (deliberabile)

Banca dati con le schede descrittive dei risultati trasferibili ottenuti da tutti i WP del progetto e fruibilità dei relativi dataset in modalità open data.

Piattaforma informatica per attività e-learning, gestione Comunità di Pratiche
Report sui focus group (incontri in presenza).

D.5.9.1: Output dell'attività sulla linea 1:

D.5.9.1.1: Documento di analisi dei requisiti della banca dati risultati specifici del progetto.
Definizione dell'architettura della banca dati.

D.5.9.1.2: Popolamento della banca dati.

D.5.9.1.3: Pubblicazione dei risultati dei WP del progetto in modalità open data.

D.5.9.2: Output dell'attività sulla linea 2:

D.5.9.2.1: Definizione dei requisiti della piattaforma per il funzionamento e la gestione delle Comunità di Pratiche derivanti dalle attività dei WP.

D.5.9.2.2: Implementazione dei contenuti delle Comunità di Pratiche (Forum; chat, Repository; approfondimenti e-learning).

D.5.9.3: Output dell'attività sulla linea 3:

D.5.9.3.1: Report annuale sui Focus group.

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

		Attività	Delivarable
Quadrimestri	1	Linea 1 Linea 2	
	2	Linea 1 Linea 2	
	3	Linea 1 Linea 2 Linea 3	D.5.9.1.1 D.5.9.2.1 D.5.9.3.1
	4	Linea 1 Linea 2 Linea 3	D.5.9.1.2 D.5.9.2.2
	5	Linea 1 Linea 2 Linea 3	D.5.9.1.2 D.5.9.2.2
	6	Linea 1 Linea 2 Linea 3	D.5.9.1.2 D.5.9.1.3 D.5.9.2.2 D.5.9.3.1
	7	Linea 1 Linea 2 Linea 3	D.5.9.1.2 D.5.9.2.2
	8	Linea 1 Linea 2 Linea 3	D.5.9.1.2 D.5.9.2.2
	9	Linea 1 Linea 2 Linea 3	D.5.9.1.2 D.5.9.1.3 D.5.9.2.2 D.5.9.3.1
	10	Linea 1 Linea 2 Linea 3	D.5.9.1.2 D.5.9.2.2
	11	Linea 1 Linea 2	D.5.9.1.2 D.5.9.2.2

		Linea 3	
	12	Linea 1 Linea 2 Linea 3	D.5.9.1.2 D.5.9.1.3 D.5.9.2.2 D.5.9.3.1
	13	Linea 1 Linea 2 Linea 3	D.5.9.1.2 D.5.9.2.2
	14	Linea 1 Linea 2 Linea 3	D.5.9.1.2 D.5.9.2.2
	15	Linea 1 Linea 2 Linea 3	D.5.9.1.2 D.5.9.1.3 D.5.9.2.2 D.5.9.3.1

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

Non si prevedono particolari ostacoli

Da un punto di vista tecnico-scientifico, le attività della task consentiranno di verificare quali siano gli aspetti determinanti che promuovono e/o condizionano il rapporto fra le strutture che producono ricerca e innovazione e le imprese di settore/comparto.

Verrà inoltre aggiornato e condiviso con le strutture di ricerca un sistema di classificazione della ricerca e della innovazione.

Saranno descritti e definiti alcuni processi di diffusione delle ricerche e delle innovazioni in contesti diversi e con obiettivi e contenuti diversi.

Dal punto di vista economico, la creazione di un sistema di comunicazione fra i soggetti del sistema della conoscenza concorrerà a rendere più efficace il rapporto funzionale fra loro e promuoverà una più efficiente allocazione delle risorse finanziarie finalizzate alla ricerca e ai servizi.

Dal punto di vista sociale, la rete di comunicazione fra i soggetti del sistema della conoscenza, mediante la sistematizzazione delle informazioni e la divulgazione dei contenuti delle ricerche, renderà più agevole e fluido il rapporto fra ricerca, agricoltura e società civile.

5.9.8 piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Saranno realizzati vari momenti di confronto e di scambio con i diversi soggetti coinvolti nella rete relativa alla diffusione delle innovazioni. Pertanto, quando necessario, saranno organizzate d'intesa con il coordinamento del progetto, riunioni specifiche e seminari tematici.

Tutte le conoscenze applicative e le buone prassi condivise generate nell'ambito delle attività dei diversi WP saranno oggetto di diffusione attraverso pagine web dedicate.

5.9.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 5.9.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 5.9.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.