

## **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 CO<sub>2</sub>; 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<sup>a</sup> 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 CO<sub>2</sub> 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.