



PROGETTO GAT-SPOT

“Gestione Agroterritoriale Sostenibile Per gli Oleanti tessili”



INDICE

1	IL CONTESTO	4
1.1	PROBLEMATICAMBIENTALE	4
1.2	CAPOFILA, PARTNERS, SUBCONTRAENTI E SOGGETTI CHE HANNO ADERITO ALL’INIZIATIVA	5
1.3	OBIETTIVI E STRUTTURA DEL PROGETTO	7
1.4	IL DISTRETTO TESSILE DI PRATO	8
1.4.1	<i>L’organizzazione industriale e le produzioni</i>	9
1.4.2	<i>Il settore cardato</i>	10
2	CARATTERISTICHE E CONSUMI DEGLI OLEANTI NELLE AZIENDE DEL DISTRETTO TESSILE PRATESE	15
2.1	CENNI STORICI	15
2.2	GENERALITÀ E SCOPI DEGLI OLEANTI TESSILI	16
2.2.1	<i>Tecniche di applicazione</i>	16
2.2.2	<i>Classificazione d’uso</i>	16
2.2.3	<i>Composizione generica degli ausiliari di filatura</i>	17
2.3	DEFINIZIONE DELLE CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI E TECNICHE SPERIMENTALI DI VERIFICA	18
2.3.1	<i>Parametri organolettici</i>	18
2.3.2	<i>Parametri fisici</i>	18
2.3.3	<i>Parametri tecnici</i>	18
2.3.4	<i>Parametri chimici</i>	18
2.3.5	<i>Parametri di applicabilità</i>	19
2.3.6	<i>Parametri di eliminabilità</i>	19
2.3.7	<i>Determinazione del coefficiente d’attrito</i>	20
2.3.8	<i>Determinazione del potere antistatico</i>	20
2.3.9	<i>Interferenze in tintura</i>	20
2.4	OLEANTI TESSILI NEL DISTRETTO PRATESE	22
2.4.1	<i>Stima dei consumi di oleanti per filatura cardata</i>	22
2.5	INTERVISTE AGLI OPERATORI DEL SETTORE DELLA FILATURA DEL DISTRETTO PRATESE	23
3	IL SETTORE DELLE OLEAGINOSE IN TOSCANA	27
3.1	IL SETTORE OLEAGINOSE: PRODUZIONI E MERCATI	27
3.2	LE IMPLICAZIONI AMBIENTALI LEGATE ALLA COLTIVAZIONE DELLE OLEAGINOSE	30
3.3	LA FILIERA OLEAGINOSE: CARATTERI STRUTTURALI E ORGANIZZATIVI IN TOSCANA	31
3.4	ANALISI TERRITORIALE	34
4	SPERIMENTAZIONE IN FASE AGRICOLA	41
4.1	VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ FERTILIZZANTE DEL COMPOST VERDE DI QUALITÀ SULLA COLTURA DEL GIRASOLE	41
4.1.1	<i>Risultati e conclusioni</i>	44
5	LINEE GUIDA PER LA GESTIONE AGRONOMICA DELLE COLTURE A DESTINAZIONE NON ALIMENTARE	48
5.1	INTRODUZIONE	48
5.2	INDICAZIONI DI CARATTERE GENERALE	49
5.3	INDICAZIONI DI CARATTERE TECNICO	54
5.4	CONCLUSIONI	57
6	SPERIMENTAZIONE IN FASE INDUSTRIALE	58
6.1	SVILUPPO DEL FORMULATO ALTO OLEICO	58
6.2	PROVE DI SCREENING SU CARDA IN SCALA RIDOTTA	59
6.3	PROVE IN SCALA INDUSTRIALE	61
6.4	RACCOLTA DATI	74

7	ANALISI DI LABORATORIO SU FILATI E TESSUTI PRODOTTI	79
7.1	COMMENTO RAPPORTI DI PROVA	79
8	PROVE ECOTOSSICOLOGICHE SUGLI OLEANTI	83
8.1	ANALISI DI SEMI DI GIRASOLE FORNITI DAL DAGA (UNIVERSITÀ DI PISA)	83
8.2	RINNOVABILITÀ	84
8.3	VALUTAZIONE ECOTOSSICOLOGICA	85
8.3.1	<i>Introduzione</i>	85
8.3.2	<i>Materiali</i>	85
8.3.3	<i>Metodi</i>	86
8.3.4	<i>Risultati</i>	87
8.3.4.1	Tossicità acuta verso <i>Daphnia magna</i>	87
8.3.4.2	Tossicità acuta verso <i>Folsomia candida</i>	89
8.3.5	<i>Discussione</i>	91
9	LA METODOLOGIA LCA	93
9.1	INTRODUZIONE	93
9.2	FASI DELL’LCA	95
9.2.1	<i>Definizione obiettivo e campo di applicazione (GSD)</i>	95
9.2.2	<i>L’analisi dell’Inventario (LCI)</i>	95
9.2.3	<i>Valutazione degli Impatti (LCIA)</i>	96
9.2.4	<i>Interpretazione dei risultati</i>	96
9.3	IL CICLO DI VITA DEL PRODOTTO TESSILE	98
9.3.1	<i>Gli impatti ambientali della fase di produzione e lavorazione delle materie prime</i>	98
9.3.2	<i>Gli impatti ambientali del processo produttivo tessile</i>	98
9.3.3	<i>Gli impatti ambientali della confezione del prodotto</i>	100
9.3.4	<i>Gli impatti ambientali della fase d’uso</i>	100
9.3.5	<i>Gli impatti ambientali del fine vita</i>	100
9.4	APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA LCA AL CASO DI STUDIO	102
9.4.1	<i>Sistemi di prodotto messi a confronto e definizione dell’unità funzionale</i>	102
9.4.2	<i>Sistema di prodotto 1: filato prodotto con oleante di sintesi tradizionale</i>	105
9.4.2.1	Produzione dell’oleante	105
9.4.2.2	Preparazione della mista e produzione del filato	111
9.4.3	<i>Sistema di prodotto 2: filato prodotto con oleante a base vegetale</i>	120
9.4.3.1	Produzione dell’oleante	120
9.4.3.2	Preparazione della mista e produzione del filato	139
9.4.4	<i>Confronto fra i sistemi di prodotto 1 e 2</i>	143
9.4.5	<i>Conclusioni</i>	146
10	VALUTAZIONI ECONOMICHE SULLA FILIERA	148
10.1.1	<i>Fase agricola</i>	148
10.1.2	<i>Fase di estrazione</i>	149
10.1.3	<i>Fase di formulazione</i>	150
10.1.4	<i>Fase tessile</i>	151
10.1.5	<i>Considerazioni conclusive</i>	153
11	ATTIVITA’ DI DISSEMINAZIONE	154
12	CONCLUSIONI E PROPOSTE	156

1 IL CONTESTO

1.1 *Problematica ambientale*

In Toscana uno dei più importanti settori produttivi è rappresentato dall'industria tessile, concentrata nell'area pratese.

In termini di impatti provocati sulle matrici ambientali, in particolare sulle acque, uno degli aspetti più rilevanti di questa attività è dovuto all'uso di additivi e prodotti chimici. Infatti, durante le numerose fasi di produzione del ciclo tessile, vengono utilizzati lubrificanti sintetici (miscele di tensioattivi perlopiù costituiti, almeno fino a poco tempo fa, da nonilfenoli etossilati) e sostanze chimiche (alchilbenzeni), fonti di rilevante inquinamento a causa della loro lenta biodegradazione e di fenomeni di bioaccumulo nei corpi idrici ricettori.

Tali prodotti hanno lo scopo (in particolare nella fase di cardatura e di filatura) di ridurre i pericoli di rottura delle fibre, limitarne le perdite per spolveramenti e ridurre la formazione di cariche elettrostatiche facilitando i trattamenti successivi. Il quantitativo di tali prodotti generalmente utilizzato varia tra il 6 e l'8% del materiale in ingresso alla cardatura. E' pertanto facilmente intuibile la rilevanza della problematica per il distretto pratese.

L'applicazione della Direttiva 2003/53/CE (in vigore dal 01/01/05) che ha imposto la restrizione della commercializzazione e dell'utilizzo di alcune sostanze, fra cui anche i nonilfenoli etossilati, estesamente utilizzati nel settore come componenti dei lubrificanti, ha fatto nascere l'esigenza di utilizzare nuovi formulati che permettano la gestione sostenibile della produzione e della loro utilizzazione.

Un'alternativa ai lubrificanti di sintesi è costituita da lubrificanti a base vegetale (olio di girasole), acqua e da emulgatori a basso impatto ambientale (alcoli etossilati). Questi oli sono altamente biodegradabili e non richiedono l'utilizzo dei nonilfenoli; pertanto il loro impiego in sostituzione degli oleanti di sintesi dovrebbe portare ad una progressiva riduzione delle ricadute ambientali della produzione.

Un'ipotesi di impiego di tali tipologie di oleanti necessiterebbe dello sviluppo di colture non-food, nello specifico del girasole - alla base dell'intera filiera ipotizzata - con conseguenze che si ripercuoterebbero anche sul settore della pianificazione territoriale (recupero di zone abbandonate o degradate del territorio toscano) e sul settore agricolo (corretta rotazione dei terreni per lo sfruttamento delle risorse agricole).

Le colture proposte si adattano bene ai terreni collinari, sono praticabili su terreni marginali con poche altre alternative di coltivazione e hanno un ottimo impatto visivo sul paesaggio. Inoltre è possibile impiegare nella coltivazione come ammendante compost di qualità prodotto direttamente nell'area pratese, o comunque in Toscana, consentendo in tal modo di seguire un percorso sostenibile anche in relazione ad altre problematiche legate alla gestione ambientale, come ad esempio il tema dello smaltimento e del riutilizzo dei rifiuti.

In tale contesto, il progetto GAT-SPOT, conformemente agli obiettivi ECOSIND, ha inteso promuovere, all'interno della programmazione delle strategie di sviluppo sostenibile delle attività produttive, un modello di gestione applicato in scala reale ad un'area ad alta densità industriale.

L'organizzazione del distretto di Prato ha le caratteristiche tipiche della struttura industriale mediterranea. E' infatti composto da piccole e medie imprese che trovano numerose difficoltà soprattutto economiche nella gestione sostenibile della produzione in relazione agli aspetti ambientali.

Il fine ultimo del progetto è di promuovere l'eco-efficienza all'interno del distretto consentendo l'uso a prezzi competitivi di un prodotto che soddisfi le necessità della produzione e riduca progressivamente l'impatto sull'ambiente ad un livello accettabile.

IL CONTESTO

1.2 Capofila, partners, subcontraenti e soggetti che hanno aderito all'iniziativa

Responsabile	Dipartimento di Energetica "Sergio Stecco" – Università degli Studi di Firenze	
Partners	Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema – Università di Pisa	
	Università Politecnica della Catalogna	
	Società di Sviluppo della Laconia	
Enti/Soggetti che hanno collaborato al progetto	Istituto Sperimentale per le Colture Industriali (CRA – ISCI)	
	Istituto Tecnico Buzzi (Prato)	
	Cerealtoscana	
	Draplane spa	
	Houghton Italia spa	
	Gea	Gea società cooperativa
Enti che hanno manifestato interesse per il progetto	Comune di Prato	
	Provincia di Prato	
	ASM Prato	
	Unione industriali di Prato	

Il progetto, come previsto dall'Operazione Quadro Regionale Ecosind, Interreg III C, è stato coordinato dal Dipartimento di Energetica "S. Stecco" dell'Università degli Studi di Firenze, realizzato in collaborazione con il Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema dell'Università di Pisa e con partners europei – Università Politecnica della Catalogna e Società di Sviluppo della Laconia, Peloponneso.

Vista la differenza della struttura produttiva dei settori industriali dei paesi partecipanti, il progetto si è sviluppato su due livelli di indagine paralleli:

- i partners italiani, presenti sul territorio oggetto dell'ipotesi di applicazione della filiera, hanno lavorato a stretto contatto interagendo e sviluppando insieme l'idea alla base del progetto;
- i partners europei hanno integrato il lavoro svolto dai partners italiani sviluppando l'ipotesi di adattabilità e trasferibilità dell'idea progettuale alle specificità del loro territorio.

IL CONTESTO

Questo documento, per i motivi sopra descritti, presenta le attività ed i risultati raggiunti dai partners italiani. Per la parte di attività svolta dai partners europei si rimanda ai reports specifici da essi realizzati.

1.3 Obiettivi e struttura del progetto

Nella Regione Toscana sono già state condotte alcune sperimentazioni sull'ipotesi di sostituzione dell'utilizzo di oli sintetici nel settore tessile con formulati ricavati da olio di girasole "alto oleico". I risultati di tali sperimentazioni avevano dimostrato una possibile applicazione su scala reale della filiera.

Pertanto il progetto GAT-SPOT ha inteso procedere alla raccolta, alla validazione ed all'integrazione dei risultati della sperimentazione svolta oltre che all'individuazione delle modalità di attivazione della filiera dei biolubrificanti per l'industria tessile di Prato e all'individuazione dei soggetti che la potrebbero promuovere e coordinare.

Le attività si sono articolate in 3 diversi moduli di lavoro che si sono sviluppati in parte parallelamente e i cui contenuti sono descritti in dettaglio nello schema seguente.

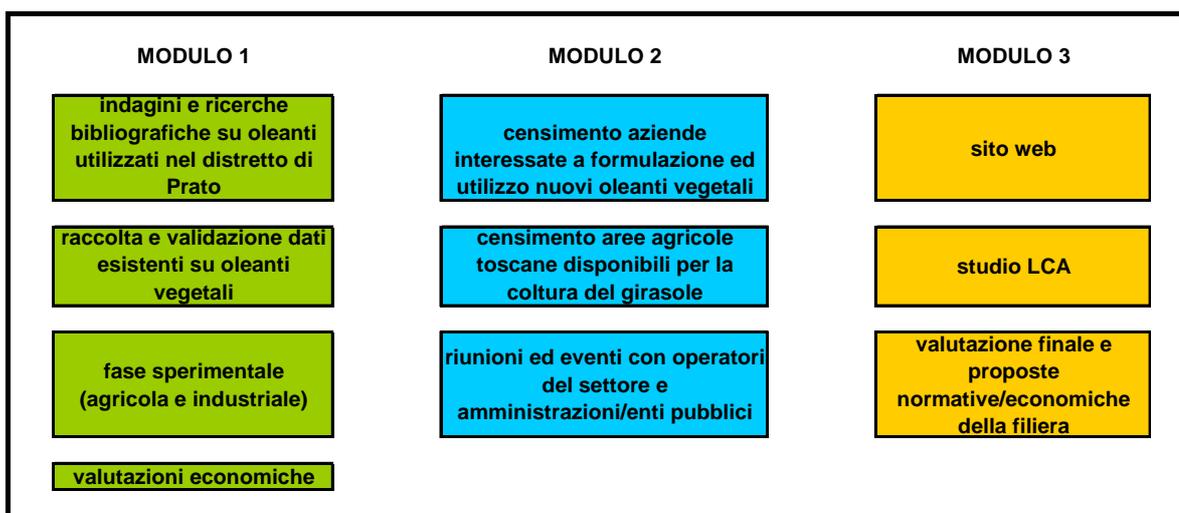


Figura 1.1-Schema del progetto

Il modulo di lavoro 1 si è incentrato:

- sulla raccolta dati in relazione ai flussi e le tipologie di oleanti utilizzati nel distretto e al loro costo;
- sulla sperimentazione ed applicazione di oli vegetali a ridotto impatto ambientale nel settore tessile al fine di ampliarne l'utilizzazione in alternativa a quelli di sintesi.

Il modulo di lavoro 2 ha inteso:

- consolidare la rete di cooperazione tra soggetti pubblici e privati (PMI) appartenenti a settori diversi allo scopo di individuare il fabbisogno di innovazione tecnica nel settore agro-industriale;
- cercare sinergie tra i settori e stimolare lo sviluppo di nuove forme di utilizzazione dei prodotti agricoli non alimentari (formulati oleanti nella fattispecie);
- collaudare e trasferire le tecnologie studiate e realizzate.

Infine il modulo di lavoro 3 ha avuto lo scopo promuovere la capacità delle imprese del settore di utilizzare i risultati delle ricerche al fine di creare una ulteriore possibilità di impiego dei prodotti di origine vegetale nell'industria Toscana nel rispetto dell'ambiente, della salute degli operatori e dei consumatori.

IL CONTESTO

1.4 Il distretto tessile di Prato

Il contesto territoriale in cui il progetto prevede lo sviluppo della filiera è il distretto tessile di Prato che rappresenta una delle zone di maggior rilievo economico nella produzione tessile italiana.

Il distretto si estende su un'area (circa 700 km²) che comprende l'intera provincia di Prato e alcuni dei comuni limitrofi (Agliaia, Montale e Quarrata in provincia di Pistoia; Calenzano, Campi Bisenzio e Barberino del Mugello in provincia di Firenze) ove risiedono circa 300.000 persone. Prato con oltre 180.000 abitanti è il centro più importante.

L'industria tessile ha rappresentato sin dall'inizio del secolo la più importante attività dell'area pratese. L'urbanizzazione dell'intera area è stata pertanto pesantemente condizionata dall'industria con evidenti problemi connessi all'impatto ambientale, allo sfruttamento delle risorse idriche e del territorio.

Per creare un'area a forte vocazione industriale, oltre all'impiego delle infrastrutture della mobilità urbana, è stato realizzato nella zona ovest del territorio pratese, un Macrolotto industriale (circa 1.500.000 m²) sul quale hanno sede ad oggi oltre 350 aziende. Al primo Macrolotto si è successivamente aggiunto una seconda area (denominata Macrolotto est) in una zona vicina a quella precedente. Incentivi di natura finanziaria hanno agevolato gli imprenditori al trasferimento delle industrie dalle zone residenziali verso nuove aree lontane dai centri abitati, in prossimità delle uscite autostradali o facilmente raggiungibili da mezzi pesanti.

Il sistema industriale locale dispone di aree attrezzate e di altre infrastrutture tra cui un sistema centralizzato per la depurazione ed il riciclaggio delle acque di scarico. La formazione professionale è curata da alcuni istituti, tra i quali si ricorda l'Istituto Tessile "T. Buzzi" e l'Università degli Studi di Firenze che a Prato ha istituito a partire dal 1992 una sede locale decentrata.



Figura 1.2 – Il distretto di Prato

Nella tabella seguente si riportano gli abitanti e la superficie dei Comuni della provincia di Prato.

IL CONTESTO

Comune	Abitanti	Superficie km ²
PRATO	180.674	97,59
Cantagallo	2.822	94,84
Carmignano	12.796	38,59
Montemurlo	18.097	30,66
Poggio a Caiano	9.044	5,97
Vaiano	9.532	34,22
Vernio	5.861	63,28
Totale	238.826	365,15

Tabella 1.1– Popolazione residente nella provincia di Prato al 31/12/2004. Fonte: Comune di Prato

Quello di Prato è il più importante centro dell'industria Tessile e Abbigliamento in Italia, con circa 8.500 imprese per un totale di 43.000 addetti. La differenza rispetto agli altri centri è netta (grafico seguente).

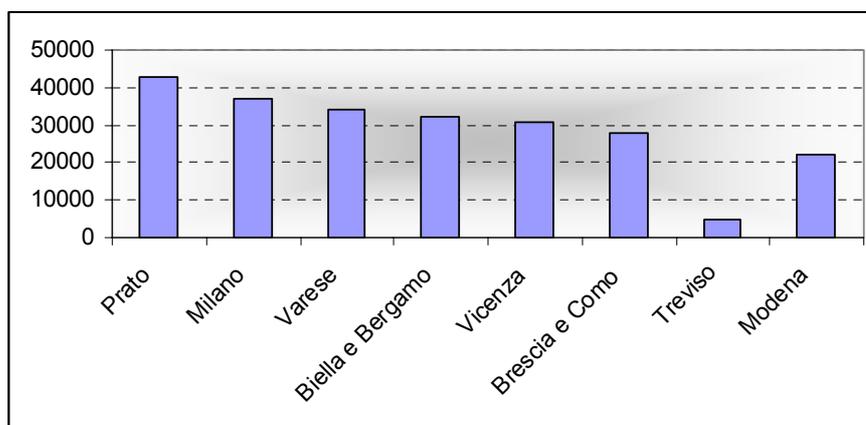


Figura 1.3 - I distretti tessili italiani: addetti; fonte: Unione Industriali di Prato

Nella tabella seguente è riassunta la percentuale rispetto al totale toscano e nazionale del numero di addetti nel settore tessile ed abbigliamento.

Addetti nei vari settori	Toscana (%)	Italia (%)
<i>Industrie tessili</i>	84,1	16,3
<i>Maglieria</i>	42,3	3,9
<i>Abbigliamento, confezioni e accessori</i>	31,6	2,8
<i>Pellicceria e pelletteria</i>	8,3	2,3
Totale T&A	61	7,9

Figura 1.4 – Il peso del distretto pratese sul totale regionale (% sugli addetti). Elaborazioni UI Prato su dati ISTAT, 2001

1.4.1 L'organizzazione industriale e le produzioni

Uno dei tratti più originali del distretto è il suo disegno organizzativo basato sulla suddivisione in migliaia di imprese indipendenti, ognuna specializzata in una specifica attività (filatura, ritorcitura, orditura, tessitura, tintoria, finissaggio).

La "lavorazione conto terzi" è la forma più diffusa di rapporto fra le imprese. Le fabbriche a ciclo completo, dove si svolgono tutte le fasi della lavorazione, sono un numero molto limitato. Il coordinamento della produzione è svolto dai lanifici che curano le fasi di progettazione dei campionari, di commercializzazione e i vari aspetti logistici ed organizzativi. I 43.000 addetti del settore T&A sono distribuiti in circa 8.500 imprese, per una media di circa 6-7 lavoratori per azienda.

IL CONTESTO

La straordinaria importanza delle piccole imprese nel tessuto produttivo locale emerge in modo tangibile nei dati riportati nella tabella seguente.

	Numero Aziende	%	addetti	%
micro (1-9 add.)	7.199	84,9	19.848	41,4
piccole (10-49)	1.194	14,1	21.286	44,4
medie e grandi (> 50 add)	85	1	6.780	14,2
Totale	8.478	100	50.270	100

Tabella 1.2 - Le dimensioni delle imprese T&A nel distretto. Elaborazioni UI Prato su dati Istat , 2001

In pratica, secondo la definizione adottata dell'Unione Europea, più di 8 imprese su 10 sono "micro" imprese e quelle che restano sono quasi tutte "piccole"; le "medie e grandi" imprese (> di 50 addetti) sono 85 e la loro incidenza sul totale degli occupati non supera l'1%.

Le aziende tessili dell'area pratese coprono tutte le fasi della lavorazione dalla filatura al finissaggio dei tessuti. Attualmente le aziende di Prato sono specializzate nella produzione di:

- filati per maglieria (lana cardata e pettinata, misti varie fibre);
- tessuti per abbigliamento in lana cardata e pettinata, cotone, lino, seta e fibre sintetiche;
- articoli tessili di vario tipo (tessuti a pelo esterno, spalmati, floccati, non tessuti ecc.) per l'industria dell'abbigliamento, delle calzature, dell'arredamento, per impieghi tecnici, sanitari e geotessili;
- macchinari per l'industria tessile ed in particolare per le lavorazioni laniere (filatura cardata, ritorciture, finissaggi), per i non tessuti e per la tessitura (orditoi).

1.4.2 Il settore cardato

La specializzazione di Prato nelle produzioni tessili risale a periodi antichi (XII° secolo). La tipica produzione del distretto pratese è stata per lungo tempo il cardato (coperte, tessuti per abbigliamento, filati per maglieria) realizzato spesso utilizzando fibre riciclate da stracci e cascami di lana o da scarti nuovi di lavorazione (ritagli). Ancora oggi, nonostante la diversificazione dei prodotti, il cardato costituisce la specializzazione più rilevante ed originale del distretto. Negli ultimi decenni tale produzione a livello italiano sta vistosamente diminuendo soprattutto per le diverse richieste del mercato che si rivolge essenzialmente a prodotti con sezioni ("titoli") sottili, e quindi più leggeri, difficilmente raggiungibili con tale tecnica. L'area dei consumi di articoli di lana cardata si è pertanto nel tempo ristretta: da articoli di massa (ad es. tessuti di flanella) il cardato è diventato un prodotto usato principalmente in applicazioni specifiche (giacche sportive, cappotti, articoli tecnici, ecc.) con una consistente riduzione dei volumi consumati (vedi figure seguenti). La produzione di coperte di lana ha raggiunto il suo apice negli anni '50; il boom dei tessuti cardati per abbigliamento, utilizzati prevalentemente per la confezione di giacche, cappotti ed abiti, è proseguito fino alla metà degli anni '80; da allora questa attività ha registrato una progressiva contrazione. Il settore dei filati di lana cardata per maglieria si è affermato più tardi ed è cresciuto fino alla metà degli anni '90; successivamente, anche in questo la produzione si è ridimensionata. Anche se i volumi complessivi prodotti sono diminuiti, le imprese pratesi restano leader nei mercati internazionali dei filati e dei tessuti di lana.

IL CONTESTO

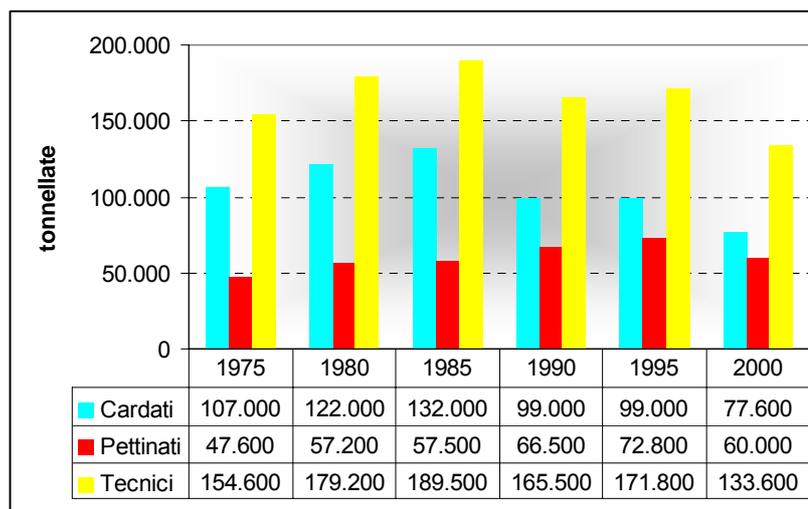


Figura 1.5– Produzione italiana di tessuti d lana, Fonte: Associazione Industriale Laniera, SMI

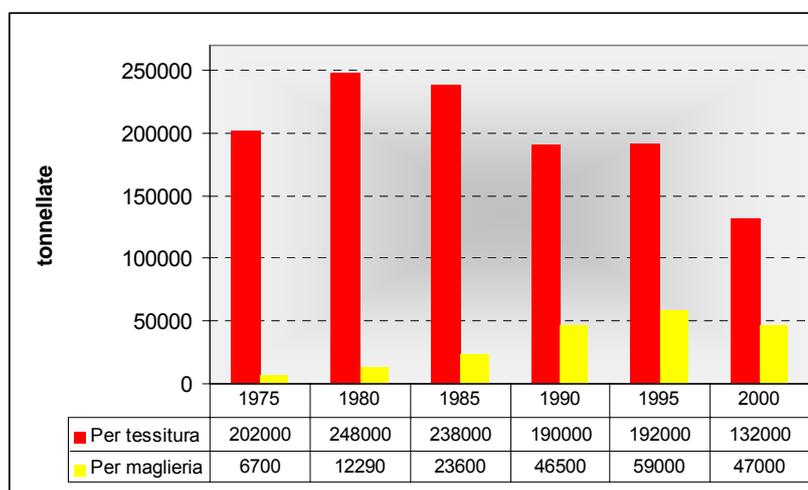


Figura 1.6– Produzione italiana di filati cardati. Associazione Industria Laniera, SMI

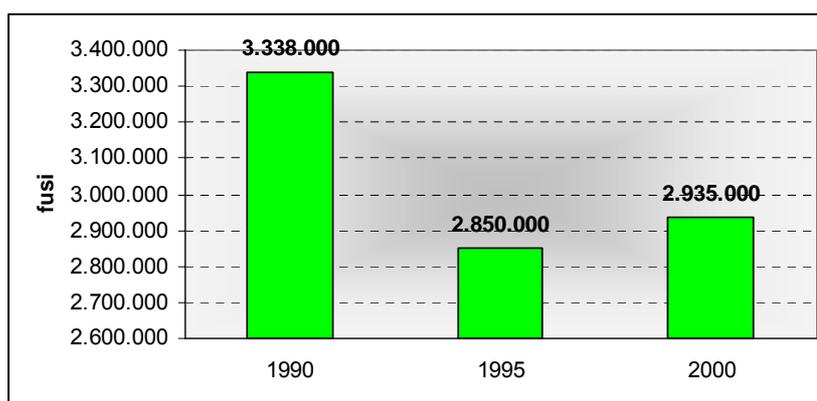


Figura 1.7 – Produzione di fusi (filatura laniera) in Italia. World Market for Spun Yams, Special Report n.2649, Textiles Intelligence

IL CONTESTO

I dati relativi alle aziende attive a Prato nel settore della filatura confermano la crisi del settore e della produzione del cardato. Nel settore dei filati lanieri dal 1995 al 2000 c'è stata una diminuzione dei numeri di fusi installati pari al 12,1% (da 558.000 a 40.2000 dal 1995 al 2000 (-28%)). Tuttavia la quota di produzione italiana rappresenta a livello europeo il 60% dell'offerta. In questo intervallo di tempo le aziende sono passate da 450 a 268 con una diminuzione di circa il 40%; analogamente il numero degli addetti è precipitato da 5.100 a 3.900 (-47%).

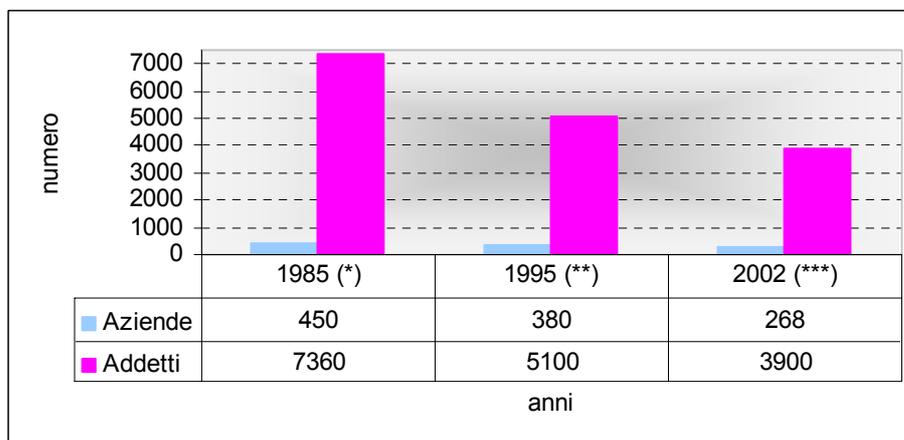


Figura 1.8– La filatura cardata a Prato

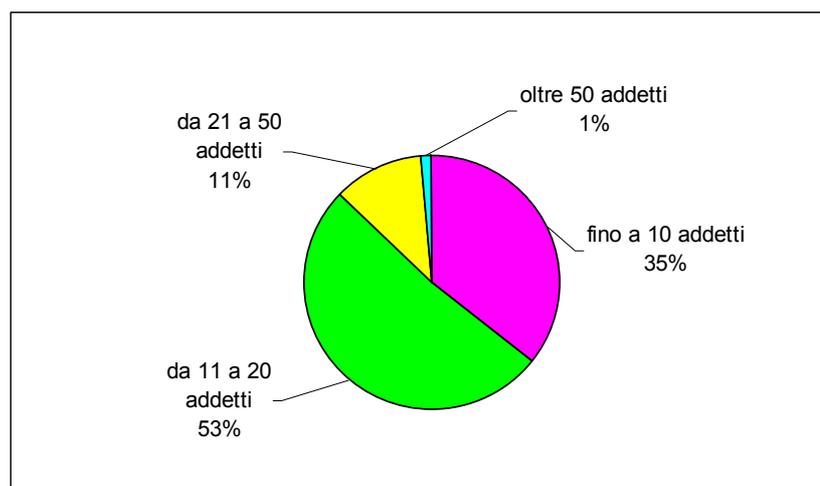


Figura 1.9 – Classi di addetti

Le aziende pratesi hanno complessivamente una capacità produttiva annua per circa 200.000 tonnellate di filati cardati, alle quali vanno aggiunte circa 25.000 – 30.000 tonnellate prodotte fuori Prato. Il 60,6% delle filature opera in locali in affitto ed il 28,2 % è localizzato in zone residenziali miste.

	numero	%
zona industriale	138	59,0%
zona artigianale	30	12,8%
zona abitativa civile	66	28,2%
Totale	234	

Figura 1.10– Ubicazione delle aziende di filatura

IL CONTESTO

L'età media degli imprenditori che gestiscono le filature è aumentata vistosamente: il peso degli ultracinquantenni è pari al 53,3% contro il 43,7% del 1995.

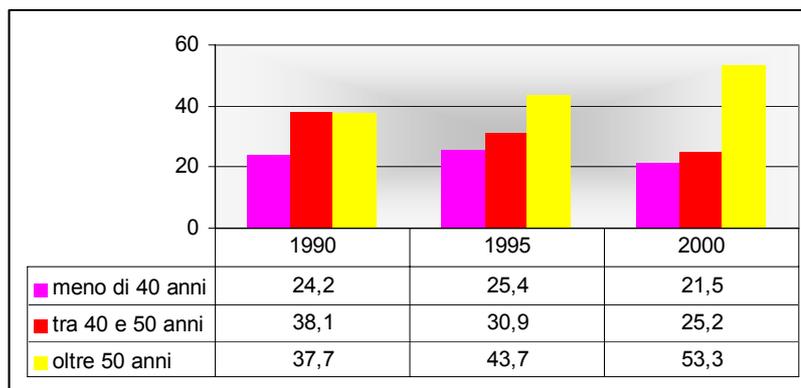


Figura 1.11 – Età proprietari attivi in azienda

Anche se non c'è elemento che indichi la presenza di vantaggi economici legati alle dimensioni, non si può non notare che l'87% delle filature cardate ha meno di venti addetti e solo in 4 imprese (1,5%) lavorano più di 50 persone.

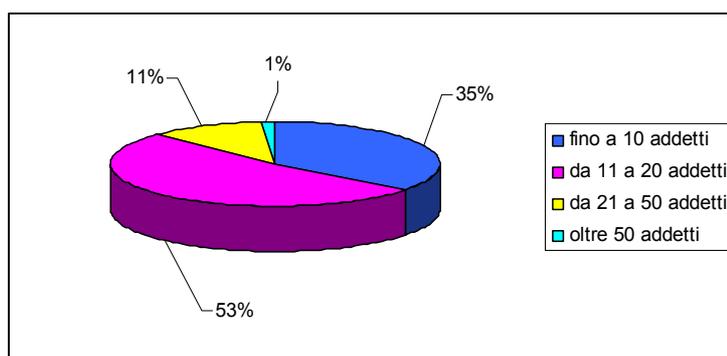


Figura 1.12– Dimensioni aziendali

Di fatto, quattro filature su dieci gravitano nell'orbita del proprio committente più importante per il quale svolgono più della metà del proprio lavoro. Nel 16% delle filature i legami con i committenti sono cementati da partecipazioni.

	numero	
fino al 30%	49	18,4%
dal 31% al 50%	62	23,2%
dal 51 all'80%	60	22,5%
oltre l'80%	56	21,0%
n.r.	40	15,0%
Totale	267	

Tabella 1.3 – Lavoro eseguito per il committente principale

	numero	
Committente possiede una quota della filatura	43	16,1%
nessuna quota o non risponde	224	83,9%
Totale	267	

Tabella 1.4 – Presenza societaria del committente

IL CONTESTO

Nel complesso, la rete di interscambi con committenti esterni al distretto è limitata e per una larga maggioranza di filature (70%) il peso delle commesse non pratesi non supera il 15% del totale.

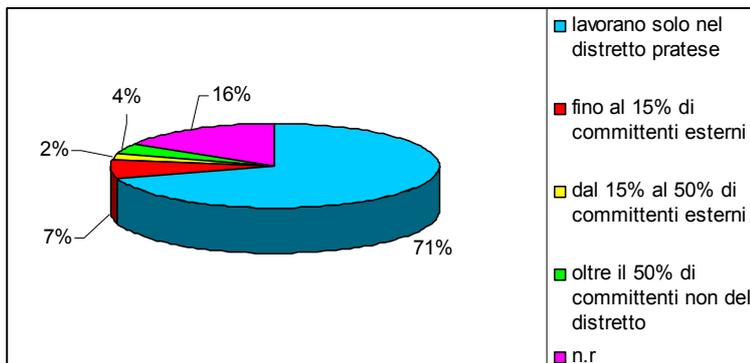


Figura 1.13– Lavorazioni eseguite per aziende non pratesi

La struttura dell’offerta per usi finali è rimasta costante nonostante i drastici tagli subiti nel periodo esaminato: prevalgono ancora gli impieghi per tessitura (68% contro il 28% utilizzato in maglieria). Non è cambiato, se non in maniera marginale, la suddivisione dei filati prodotti per titolo per la maggior parte “fini” o “medi”. La quota dei primi è relativamente più consistente negli impieghi per maglieria (60%); nella tessitura prevalgono invece i titoli medi.

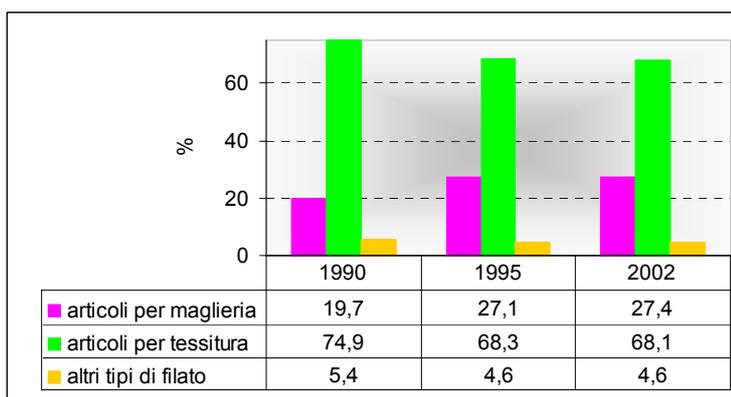


Figura 1.14 – Tipologia di produzione

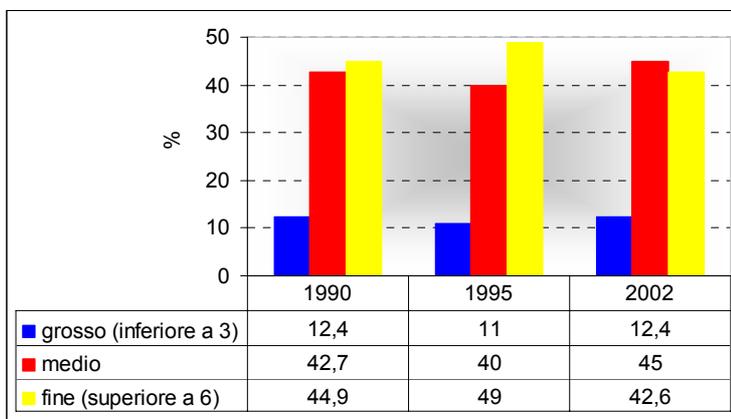


Figura 1.15 – Titolo del filato

2 CARATTERISTICHE E CONSUMI DEGLI OLEANTI NELLE AZIENDE DEL DISTRETTO TESSILE PRATESE

2.1 Cenni storici

La storia degli oleanti per filatura inizia con la comparsa dei primi filatoi meccanici agli albori del secolo XIX. Per rendere le fibre più unite e creare meno problemi durante le operazioni di stiro e di filatura si era soliti “ungere” il materiale in fiocco, subito dopo il lavaggio, con una opportuna quantità di oli vegetali, solitamente olio di oliva. Questo procedimento, per tanto rozzo e primitivo che fosse, consentì un notevole miglioramento della produttività. Non mancarono all’epoca gli scettici: nel 1830 il tedesco Brecht propose un sistema per evitare l’oliatura delle lane, operazione “assai lunga e dispendiosa”, sfruttando il grasso contenuto naturalmente nella fibra, che veniva portato alla superficie trattando la fibra con vapore umido. Nonostante un donativo imperiale di 100 fiorini d’oro, il metodo non ebbe applicazioni pratiche e l’unica manifattura che l’aveva adottato smantellò le apparecchiature necessarie nel 1833, a soli tre anni dalla comparsa del metodo. Nella seconda metà del secolo scorso troviamo una differenziazione via via più ampia tra i prodotti per filatura cardata e quelli per filatura pettinata. Gli oli per cardato infatti non richiedono particolari requisiti chimici, data la natura del substrato su cui debbono essere applicati, mentre i prodotti per pettinato, dovendo intervenire su di un substrato più pregiato, richiedono particolari requisiti chimico-fisici che solo le oleine risultavano in grado di fornire. Sia oli che oleine richiedevano poi un accurato lavaggio per essere eliminati, ma mentre gli oli per cardato richiedevano un alto dosaggio di sapone per essere estratti dal substrato ed essere successivamente mantenuti in emulsione, le oleine per pettinato necessitavano esclusivamente di carbonato sodico per essere trasformate in saponi sodici solubili e facilmente eliminabili. La distinzione tra prodotti per cardato e prodotti per pettinato si fa ancora più grande all’inizio del nostro secolo quando gli oli per cardato vengono soppiantati dalle oleine mentre in campo pettinato si fanno largo gli autoemulsionanti. Questi ultimi presentano l’indubbio vantaggio di una altissima eliminabilità grazie all’emulsionante contenuto nella loro formulazione. Va inoltre ricordato che la possibilità di applicare il prodotto sotto forma di emulsione (e quindi in forma diluita) permette una distribuzione assai migliore rispetto ai precedenti sistemi di applicazione, diminuendo gli inconvenienti derivanti dalla cattiva distribuzione del prodotto. Dopo la seconda guerra mondiale le materie prime di origine vegetale hanno acquistato un costo elevato e sul mercato sono stati lanciati, nei primi anni ‘50, prodotti a base minerale e/o sintetica il cui prezzo risultava assai concorrenziale nei confronti degli oli tradizionali. Gli anni ‘50 e ‘60 hanno visto il dilagare dei prodotti a base minerale (paraffine, alchilbenzeni, e loro derivati) giungendo però, nella seconda metà degli anni ‘70, ad un ritorno dei prodotti a base vegetale soprattutto per il comparto pettinato, mentre per quello cardato, i prodotti autoemulsionabili a base paraffinica hanno definitivamente soppiantato tutte le altre tipologie di prodotti. La situazione, pur sfruttando gli avanzamenti tecnologici, soprattutto nel settore della parte emulsionante (es. introduzione dei tensioattivi non ionici e dei glicoli con caratteristiche antistatiche), è rimasta immutata fino al 2005, anno in cui, il recepimento di una direttiva comunitaria (79/769/CE – 26^a modifica), finalizzata al divieto di utilizzazione dei tensioattivi non ionici derivati dal nonilfenolo etossilato (largamente impiegato nella formulazione degli oleanti per prodotti cardati), ha costretto l’industria degli ausiliari a cambiare radicalmente la formulazione della parte emulsionante dei prodotti.

2.2 Generalità e scopi degli oleanti tessili

L’oliatura di una fibra si propone quattro scopi essenziali:

1. l’eliminazione degli attriti all’interno del sistema fibroso, rendendo possibile l’esecuzione di operazioni quali la cardatura, la pettinatura e la sfilacciatura in tempi ridotti, diminuendo in modo non indifferente il numero di rotture in filatura;
2. la riduzione del potenziale elettrostatico del sistema fibroso, fenomeno che può dare luogo ad inconvenienti quali scintille e perdite di peluria;
3. la formazione di una vera e propria guaina di protezione attorno ad ogni singola fibra, consentendo l’eliminazione di difetti dovuti al differente coefficiente d’attrito tra diverse fibre;
4. l’aumento della resistenza alle sollecitazioni meccaniche ed una maggiore resilienza, dovuti all’effetto guaina (precedente p.to 3).

2.2.1 Tecniche di applicazione

L’applicazione di un ausiliario per filatura può avvenire con due sistemi, tra loro essenzialmente opposti:

1. *Impregnazione per assorbimento*

E’ il caso della filatura primaria e dei prodotti per roccatura e testurizzazione. Il filato o la bava assorbe da un apposito dispositivo (cilindretto o capillare) la necessaria quantità di ausiliario durante il suo percorso all’interno di una macchina. Per ottenere buoni risultati è necessario che la fibra sia dotata di una elevata regolarità.

2. *Impregnazione per distribuzione*

E’ il caso della filatura secondaria, in cui il prodotto viene distribuito sulla massa fibrosa sotto forma di emulsione diluita mediante spruzzo od imbibizione. Talvolta il materiale, a differenza del sistema per assorbimento, può richiedere un asciugamano al termine del trattamento.

2.2.2 Classificazione d’uso

La classificazione degli oleanti viene fatta in base al loro utilizzo specifico, dividendo il loro campo applicativo secondo lo schema seguente:

1. Oli per filatura primaria

La filatura primaria è quell’operazione nella quale intermedi non fibrosi vengono trasformati in fibre tessili: è questo il caso della filatura per estrusione delle “Man-Made-Fibers”.

Questi prodotti vengono ordinariamente applicati durante la sbobinatura successiva all’estrusione sulla stessa macchina che ne provvede alla raccolta. A questo tipo di prodotti sono richieste le caratteristiche più disparate in quanto il loro campo di applicazione spazia dai poliesteri ai raion alle poliammidi alle poliacrilonitrili.

2. Oli per filatura secondaria

Dicesi filatura secondaria quell’operazione che produce filati partendo da fibre tessili, ordinando e legando tra loro queste ultime. I prodotti per filatura secondaria vanno divisi a loro volta in due famiglie, a seconda del campo di applicazione:

a. **Filatura cardata**

I prodotti per filatura cardata devono provvedere, data l’eterogeneità delle fibre in gioco, ad una azione di tipo contenitivo dell’intera massa fibrosa, evitando dispersioni e perdite di fibre corte, diminuendo nel contempo il coefficiente d’attrito fibra/fibra.

b. **Filatura pettinata**

Nella filatura pettinata vengono impiegati prodotti dalle caratteristiche piuttosto diverse da quelle dei prodotti per cardato. Il potere coesionante tra le fibre, vista la loro

CARATTERISTICHE E CONSUMI DEGLI OLEANTI NELLE AZIENDE DEL DISTRETTO TESSILE PRAESE

altissima omogeneità, non è richiesto, mentre è necessario un fortissimo potere lubrificante, tale da permettere aumenti di produttività che si aggirano ordinariamente attorno al 30%.

3. Roccatura

I prodotti per roccatura devono essere facilmente eliminabili e devono portare ad una riduzione del coefficiente di attrito metallo/fibra, richiesta questa specifica per le apparecchiature di roccatura.

4. Testurizzazione

I prodotti per testurizzazione devono avere una elevatissima resistenza al calore, una altrettanto elevata stabilità all'ossidazione e non devono portare a fenomeni di ingiallimento del substrato. Non devono altresì liberare vapori tossici o infiammabili durante l'uso in temperatura.

2.2.3 Composizione generica degli ausiliari di filatura

Per meglio rendersi conto della composizione di un prodotto di filatura, è sufficiente analizzarne i tre requisiti fondamentali:

- a. Riduzione del coefficiente di attrito fibra/fibra.
- b. Completa eliminabilità e perfetta applicabilità.
- c. Attenuazione delle cariche elettrostatiche sul substrato.

Da questi tre requisiti si deduce la composizione teorica di un prodotto per filatura:

- a. Sostanza attiva a carattere lubrificante.
- b. Emulsionante-disperdente.
- c. Antistatico.

La sostanza attiva può essere costituita da un qualunque prodotto ad alta viscosità, quali:

- oli vegetali (ricino, oliva) tal quali.
- loro derivati (acidi grassi e loro esteri, prodotti etossilati).
- prodotti di sintesi alifatici (paraffine, poliglicoli medio PM).
- prodotti di sintesi aromatici (alchilbenzeni).

L'**emulsionante** potrà invece essere costituito da un derivato della sostanza attiva stessa; più esattamente, o più semplicemente da uno a più sostanze con caratteristiche tensioattive - esempio:

- Prodotti ottenuti per condensazione con ossidi di etilene.
- Sali sodici di acidi grassi superiori (saponi).
- Esteri solforici, solfonici e fosforici di alcoli ed acidi superiori.
- Derivati solfonici di nuclei aromatici più o meno sostituiti.

L'**antistatico** sarà costituito da un prodotto molto simile ad un tensioattivo, il cui H.L.B. (*Hydrophilic Lypophilic Balance*) risulti spostato verso l'idrofilia. Vengono a tale scopo impiegati:

- Derivati glicolici (es. glicole etilenico, poliglicoli basso PM)
- Ammidi di acidi grassi superiori (con potere ammorbidente).
- Composti dotati di affinità per la fibra, la cui presenza favorisce le operazioni di eliminazione (sali di N quaternario).

2.3 Definizione delle caratteristiche prestazionali e tecniche sperimentali di verifica

2.3.1 Parametri organolettici

L'**aspetto** ed il **colore** rappresentano le prime caratteristiche che debbono essere valutate in un prodotto lubrificante. Pur essendo prive di ogni peso analitico la loro variazione tra più partite indica una chiara variazione della qualità del prodotto. L'aspetto può essere descritto, definendo lo stato fisico e la trasparenza del prodotto a temperatura ambiente, mentre per il colore si può utilizzare una sommaria descrizione cromatica. Per la rilevazione dell'odore si opera generalmente a temperatura ambiente; nel caso di odore debole si può operare un preventivo riscaldamento del prodotto a 60°C.

2.3.2 Parametri fisici

La misura della **densità** risulta assai utile sia al fine di determinare la facilità di dispersione del prodotto in acqua, in quanto densità molto distanti dall'unità faciliteranno stratificazioni, depositi ed affioramenti; questo parametro può essere utilizzato anche per valutare eventuali differenze di composizione tra più partite di uno stesso prodotto. La determinazione pratica viene effettuata con un picnometro alla temperatura di 20°C.

Sugli oli per filatura si è soliti determinare anche la **viscosità cinematica** a 20° e 50°C con il viscosimetro a sfera cadente di Hooper. La misura della viscosità viene considerata utile ai fini della determinazione del potere lubrificante.

La misura dell'**indice di rifrazione** non assume un grande peso ai fini analitici, ma ha la sua importanza ai fini del controllo della costanza del prodotto in ingresso, considerato che i produttori forniscono (su richiesta) il valore con gli scostamenti pratici dell'indice di rifrazione per ogni prodotto.

2.3.3 Parametri tecnici

I prodotti per filatura subiscono nell'arco del ciclo produttivo successivo alla loro applicazione diversi trattamenti termici, sia ad umido che a secco. Su di un ausiliario per filatura cardata e pettinata, può essere utile determinare il **punto di nebbia** dell'emulsionante per evitare inconvenienti durante il trattamento di purga o durante la tintura, mentre su di un ausiliario per testurizzazione sarà utile se non indispensabile determinare il punto di fumo ed il punto di infiammabilità.

Occorre inoltre tenere anche presente le condizioni in cui il prodotto viene stoccato durante la permanenza in magazzino, determinando eventualmente il **punto di congelamento** della sostanza grassa per evitare la rottura dell'emulsione all'interno dei fusti durante il magazzinaggio, inconveniente al quale è molto difficile porre rimedio. Sui prodotti per i quali è prevista una lunga permanenza su fibra in magazzino può rivelarsi utile eseguire il **saggio di autoaccensione** su supporto tessile, detto anche saggio di Mackey. La metodica, piuttosto complessa, permette di rivelare la tendenza all'autoossidazione prevenendo i gravi danni ad essa correlati.

2.3.4 Parametri chimici

La tendenza all'ossidabilità può essere equiparata alla presenza di gruppi insaturi, essendo quest'ultima causa della prima. La determinazione dell'insaturazione viene effettuata misurando la quantità di iodio addizionata sull'insaturazione da una quantità nota di prodotto e viene espressa tramite il **Numero di Iodio** (N.I.).

Una misura indicativa della natura della sostanza attiva del prodotto in esame è quella del **numero di saponificazione**, prova da effettuarsi sul prodotto tal quale o meglio ancora su di un estratto in etere etilico o tetracloruro di carbonio. Sia il numero di iodio che il numero di saponificazione sono direttamente proporzionali alla quantità di sostanza vegetale presente nel prodotto in esame. Accanto al numero di saponificazione conviene talvolta determinare anche la **percentuale di insaponificabile**, avendo cura di conservare parte degli acidi grassi e parte del residuo insaponificato per l'analisi infrarossa.

Un altro parametro che si può rivelare utile nei casi di prodotti alterati per ossidazione o sospetti tali, è costituito dalla misura del **numero di acidità**, che consente di ottenere rapide informazioni sulla carica acida del prodotto e sul suo stato di alterazione, unendo a questa determinazione quella dei **perossidi**.

La determinazione del **tenore di acqua** assume un aspetto essenziale dal punto di vista analitico in quanto è la misura indiretta più attendibile del contenuto in sostanza attiva di un campione. Molti sono i metodi proposti per la determinazione di un parametro così essenziale, tutti riconducibili a tre sistemi: il dosaggio per disidratazione (**residuo secco**), il dosaggio per titolazione ed il dosaggio per estrazione. Il dosaggio per disidratazione viene effettuato considerando la perdita percentuale di peso di un campione sottoposto a disidratazione.

Il **residuo secco** a 105°C, rappresenta un parametro di importanza generale, che fornisce informazioni in merito alla composizione generale dell'oleante, ed in particolare al tenore di basi attive (prodotti lubrificanti, antistatici ed emulsionanti), presenti nelle formulazioni vendute sotto forma di emulsioni acquose.

2.3.5 Parametri di applicabilità

L'applicabilità di un prodotto può essere influenzata da un gran numero di fattori, primo fra tutti l'attitudine del prodotto all'emulsionabilità acquosa. Su di un prodotto occorre determinare innanzitutto la stabilità dell'emulsione acquosa a vari agenti (acidi, basi, elettroliti forti, basse temperature e non ultimo il tempo) operando su di una emulsione al 10% in un volume ricreando le condizioni di volta in volta necessarie. Talvolta occorre determinare la quantità di emulgatore presente nel prodotto per rinforzarla adeguatamente in caso di necessità. Queste determinazioni vengono effettuate secondo le metodiche per la ricerca degli stessi agenti nelle acque operando però su di una emulsione acquosa a diluizione nota. Nel caso di prodotti a bassa stabilità conviene determinare il diametro medio delle particelle disperse. Taluni autori hanno in passato consigliato una serie di misure riguardanti il potere imbibente dell'emulsione, suggerendo l'uso della normativa DIN 53901. Oggi vengono ritenute più che indicative una serie di misure della tensione superficiale di emulsioni a tenore noto di prodotto.

2.3.6 Parametri di eliminabilità

L'eliminabilità dell'oleante a seguito dei processi di purgatura rappresenta un fattore di grande importanza relativamente alla qualità del prodotto; infatti come noto, il permanere di residui di oleanti (soprattutto della parte lubrificante idrofoba), può portare a conseguenti difettosità, prevalentemente di tipo tintoriale.

1. Misura della eliminabilità

L'eliminabilità può essere determinata, misurando il tenore di materiale estraibile in solvente organico (es. diclorometano o etere di petrolio), sul filato oleato tal quale, e sullo stesso campione dopo prova di purgatura o di lavaggio.

2. Invecchiamento

L'invecchiamento può essere simulato ponendo il campione, in stufa non ventilata alle temperature di 70°C oppure di 105°C, rispettivamente per 5 giorni e per almeno cinque ore. Se con la prova si vuole simulare anche la pressione dovuta al magazzinaggio in pile, è sufficiente caricare il campione con un peso di 4,5 kg, applicando tale forza tramite due robuste lastre di vetro (l'apparecchiatura non è altro che il perspirometro utilizzato per le determinazioni delle solidità al sudore secondo le norme UNI). Trascorse le cinque ore, durante le quali la stufa non deve essere mai aperta, il campione viene lasciato raffreddare all'aria libera e successivamente condizionato in ambiente standard. In parallelo alla prova di invecchiamento è conveniente realizzare di volta in volta un "bianco" ottenuto trattando in parallelo al campione una porzione di tessile non oliato. Su parte del campione è interessante effettuare la prova di eliminabilità seguendo le metodiche di cui al punto 1.

3. Azione alla luce

Per eseguire controlli in laboratorio è sufficiente operare su piccole porzioni di tessile ensimato esponendolo all'azione dello Xeno-Test (o strumento equivalente) in parallelo ad un campione di tessile non ensimato.

2.3.7 Determinazione del coefficiente d'attrito

La determinazione del coefficiente d'attrito (f) viene eseguita con uno strumento apposito, (friziometro). Essendo il coefficiente d'attrito fibra-corpo esterno proporzionale al logaritmo del rapporto delle tensioni prima e dopo il corpo d'attrito, è sufficiente conoscere la costante di proporzionalità per ottenere il valore di "f". Va precisato che tale valore varia notevolmente al variare della velocità di scorrimento sul corpo d'attrito.

2.3.8 Determinazione del potere antistatico

Il metodo più diffuso si basa sulla misura del tempo di semi-scarica di un condensatore avente il dielettrico costituito da un campione di fibra trattata con il prodotto in esame, oppure sulla misura della conducibilità elettrica di superficie del manufatto tessile contenente l'oleante. Appare evidente che il potere antistatico risulterà essere tanto maggiore quanto minore sarà il tempo di scarica e quanto maggiore sarà la conducibilità superficiale..

2.3.9 Interferenze in tintura

Spesso gli ausiliari per filatura vengono eliminati dal tessile durante la tintura stessa, seguendo le indicazioni delle case produttrici. Accade però che nella maggioranza delle lavorazioni curate da terzisti ognuno di essi si occupi esclusivamente di una parte del processo e non sia in contatto con gli stabilimenti a valle. Così facendo si è più volte verificato l'uso di prodotti tra di loro incompatibili e, abitudinalmente, all'insorgere di un problema in tintura, la colpa va sempre a cadere sull'olio. La maggior parte degli inconvenienti è riconducibile a due cause ben definite.

1. L'uso di prodotti durante il ciclo precedente la tintura la cui carica ionica risulti opposta a quella del colorante o dell'ausiliario presenti nel bagno di tintura. Si vengono a formare in tal modo precipitati insolubili che ricoprono il tessile irregolarmente, creando differenze di affinità che si traducono in malunitezze al termine del processo tintoriale. Questo tipo di inconveniente può essere ovviato determinando la carica ionica dell'estratto acquoso del tessile oliato prima della tintura stessa e regolandosi di conseguenza.

2. L'uso di coloranti dotati di gruppi solubilizzanti dalla polarità scarsa (gruppi pseudosolubilizzanti nei premetallizzati 1:2), dotati di un H.L.B. circa pari fa sì che a tingersi sia l'ausiliario di filatura e non il substrato. Pur non creando particolari malunitezze e variazioni di tono, le tinture risultano poco solide a tutti quei trattamenti che completino l'eliminazione dell'olio. Parte dell'olio tinto rimane infatti nel bagno, emulsionato dai disperdenti, mentre parte rimane sulla fibra. La tinta, che non dimostra particolari inconvenienti, tende a scaricare ogni qualvolta si elimini l'olio tinto che è depositato sulla sua superficie. Per ovviare a questo tipo di inconvenienti basta avere l'oculatezza di saponare accuratamente la merce prima di tingere. Per saggiare in forma pratica l'interferenza di un prodotto in tintura, o meglio per valutare l'opportunità di eliminare in prodotto prima di tingere, è sufficiente realizzare una serie di tinture con gli stessi coloranti che verrebbero utilizzati nella tintura in grande, operando sui seguenti campioni:

- greggio
- ensimato
- ensimato ed invecchiato
- ensimato, invecchiato e purgato
- ensimato, degradato alla luce e purgato.

2.4 Oleanti tessili nel distretto pratese

Considerato che, allo stato attuale (maggio 2006), nel distretto pratese sono attive, quasi esclusivamente filature di tipo cardato (ca 200 unità produttive), si riportano di seguito le formulazioni medie degli oleanti tessili di tipo “tradizionale”, impiegati per la produzione di filati cardati per maglieria e per tessitura.

Formulazione media degli oleanti sintetici per filatura cardata

- percentuale di sostanza attiva: 35 – 50%
- acqua: 65 – 50 %

Costituzione media della “sostanza attiva”:

- base lubrificante = 50 – 80% (idrocarburi a base di miscele di dodecilbenzeni - “alchilati”);
- base emulsionante = 20 – 30% (tensioattivi non ionici- principalmente alcool grassi etossilati, con grado di etossilazione O.E.₍₃₎ - O.E.₍₁₀₎);
- base antistatica = 10 % ca (glicoli)
- altri (chiarificanti, coadiuvanti, etc) = (oleine etossilate – sorbitani etossilati)

2.4.1 Stima dei consumi di oleanti per filatura cardata

Pur tenendo conto della stagionalità delle lavorazioni del comparto tessile abbigliamento (filiera prevalente nel distretto tessile pratese), e dell’influenza dei cicli della moda sui vari manufatti e di conseguenza sui consumi dei prodotti chimici ausiliari, è stato possibile effettuare una stima dei consumi medi dell’ultimo biennio (2004 – 2006), effettuando un’indagine di mercato presso i principali produttori locali e nazionali di oleanti tessili per filatura cardata ed incrociando questi dati con la verifica della produzione di filati di una media filatura del distretto.

- **Stima consumi oleanti per filatura cardata (formulato) da indagine di mercato presso produttori/distributori ausiliari = ca 3.500 – 4.000 tonnellate/anno**
- **Calcolo consumi di oleanti per capacità produttive comparto filatura cardata:**
 - nr. filature in attività (maggio 2006) = ca 200
 - capacità produttiva giornaliera per filatura (media) = 25 quintali filato/giorno
 - periodo lavorativo per anno solare (medio) = 6 mesi (ca 132 giorni lavorativi)
 - produzione di filato cardato annuale (media) = 3.300 quintali
 - Impiego medio di oleante = ca **6 %** di formulato per kg di filato prodotto
 - Consumo medio di oleante (6% di 330.000 kg) = ca **19.8 t / anno** approssimabili a 20.0 t/a.

Consumo oleanti per filatura cardata (distretto pratese) (valori medi si periodo 2004 – 2006) = 20.0 t/anno x 200 filature = 4.000 t/anno.

2.5 Interviste agli operatori del settore della filatura del distretto pratese

Durante lo svolgimento del progetto sono state realizzate interviste agli operatori del settore della filatura per testare la loro disponibilità a modificare gli oleanti attualmente utilizzati in fase di cardatura. I destinatari delle interviste sono stati segnalati dall'associazione industriali di Prato. Di seguito si riportano alcune delle interviste realizzate.

Dati generali	Numero addetti		18
	numero assortimenti (carde)		4
	numero filatoi		4
	tipologia filatoi		selfacting
Produzione	Tipologia		cardato tutti i titoli
	Quantitativo		650.000 kg/a
	% di oleante utilizzato rispetto alla quantità di mista		dal 8 al 10,5 %
Prodotto utilizzato (oleante)	Caratteristiche		vario a seconda della materia lavorata
	Costo		da € 0,55 a € 1,80 in particolari casi
	Incidenza costo oleante su costi di produzione		mai calcolata
	Quantità		48.000 kg/a
	Stima consumo oleante distretto		non so
Disponibilità a sostituire oleante sintetico con biolubrificanti	si		x a parità di qualità
	no		
	a determinate condizioni	agevolazioni economiche (*)	x
		altro	
(*) tipologia di agevolazione preferita	detassazione		x
	contributo		x
	altro		
Note	è disponibile all'uso di biolubrificanti però sottolinea la necessità di elevata qualità del prodotto, in termini di rese (velocità agli assortimenti) e di numero di rotture dei fili ai filatoi.		

CARATTERISTICHE E CONSUMI DEGLI OLEANTI NELLE AZIENDE DEL DISTRETTO TESSILE PRATESE

Dati generali	Numero addetti		14
	numero assortimenti (carde)		2
	numero filatoi		5 fronti
	tipologia filatoi		ring
Produzione	Tipologia		filato cardato
	Quantitativo		480.000 kg/a
	% di oleante utilizzato rispetto alla quantità di mista		5 - 6%; 1% di antistatico
Prodotto utilizzato (oleante)	Caratteristiche		senza NPEs (anche da prima entrata in vigore Dir. CE)
	Costo		0,80 €
	Incidenza costo oleante su costi di produzione		4,5 - 4,6 %
	Quantità		8% sulla mista pari a 38.400 kg/a
	Stima consumo oleante distretto		8.000 -9.000 t/a
Disponibilità a sostituire oleante sintetico con biolubrificanti	sì		
	no		
	a determinate condizioni	agevolazioni economiche (*)	X
		altro	
(*) tipologia di agevolazione preferita	detassazione		
	contributo		
	altro	X	INDIFFERENTE
Note	L'oleante vegetale potrebbe diventare competitivo ad un prezzo prossimo ad 1€		

CARATTERISTICHE E CONSUMI DEGLI OLEANTI NELLE AZIENDE DEL DISTRETTO TESSILE PRATESE

Dati generali Produzione	Numero addetti		20
	numero assortimenti (carde)		3
	numero filatoi		4
	tipologia filatoi		3 ring, 1 self acting (*)
	Tipologia		filato cardato
	Quantitativo		800.000 kg/a
	% di oleante utilizzato rispetto alla quantità di mista		5-6%
Prodotto utilizzato (oleante)	Caratteristiche		
	Costo		0,65 - 0,70 €/kg
	Incidenza costo oleante su costi di produzione		3%
	Quantità		46.000 kg/a
	Stima consumo oleante distretto		
Disponibilità a sostituire oleante sintetico con biolubrificanti	sì		
	no		
	a determinate condizioni	agevolazioni economiche (*)	
		altro	X (**)
(*) tipologia di agevolazione preferita	detassazione		
	contributo		
	altro		X (***)
Note	(*) macchine installate; mai tutte a regime (**) se effettivamente competitivo prima di tutto dal punto di vista delle prestazioni e in secondo luogo competitivo anche dal punto di vista del prezzo. Favorevole alla fase di sperimentazione (***) indifferente		

CARATTERISTICHE E CONSUMI DEGLI OLEANTI NELLE AZIENDE DEL DISTRETTO TESSILE PRATESE

Dati generali	Numero addetti		15
	numero assortimenti (carde)		3
	numero filatoi		3
	tipologia filatoi		self acting
Produzione	Tipologia		Cardato medio-grosso (Nm 4500 - 20000)
	Quantitativo		480.000 - 600.000 kg/a
	% di oleante utilizzato rispetto alla quantità di mista		6%
Prodotto utilizzato (oleante)	Caratteristiche		senza NPEs
	Costo		1,07 €/kg
	Incidenza costo oleante su costi di produzione		
	Quantità		40000 - 50000 kg/a
	Stima consumo oleante distretto		
Disponibilità a sostituire oleante sintetico con biolubrificanti	sì		
	no		
	a determinate condizioni	agevolazioni economiche (*)	X
		altro	
(*) tipologia di agevolazione preferita	detassazione		
	contributo		X
	altro		
Note			

Gli operatori del settore intervistati si sono mostrati disponibili alla raccolta di informazioni richieste e interessati all'argomento.

La raccolta dati effettuata consente di mettere in evidenza alcuni punti:

- l'impiego di oleante (quantitativo) tradizionale è variabile in funzione del prodotto utilizzato ed in particolare della sua diluizione. Tuttavia, in linea generale è possibile identificare la quantità utilizzata in media nel range 6-8% rispetto al peso della mista in ingresso alla fase di filatura;
- il costo dell'oleante di sintesi tradizionale è mediamente compreso nel range 0,5 – 0,80 €/kg;
- gli operatori sono generalmente concordi nel ritenere che un oleante a base vegetale possa essere competitivo rispetto a quello sintetico a parità di prestazioni e ad un costo non superiore a 1 €/kg;
- emerge chiaramente la necessità di eventuali incentivi economici, indipendentemente dalla loro natura, per l'eventuale sostituzione dei formulati tradizionali con quelli a base vegetale in un settore (filatura) fortemente in crisi.

3 IL SETTORE DELLE OLEAGINOSE IN TOSCANA

3.1 Il settore oleaginose: produzioni e mercati

La diffusione delle colture oleaginose, negli ordinamenti produttivi delle imprese agricole dei paesi dell'Unione Europea è fatto relativamente recente; la UE ha infatti sviluppato le proprie colture oleaginose a partire dagli anni '70, passando da poco più di 3,3 milioni di t di olio del 1973 a 6,1 milioni di t di olio nel 1981, superando i 10 milioni di t nel 2000 (Benvenuti e Vannozzi, 2001).

Il girasole rappresenta l'oleaginosa più diffusa nell'UE, interessando il 54% della superficie e quasi il 40% della produzione ottenuta. La colza si colloca al secondo posto con il 40% della superficie ed il 52% della produzione, mentre la soia ha rispettivamente circa il 6% e l'8%. A livello di auto-approvvisionamento, la colza risulta attestarsi al 102%, il girasole arriva all'88%, mentre per la soia si limita all'8%, date le condizioni ambientali particolari che ne limitano la coltivazione ad una fascia climatica che è in pratica limitata alla Pianura Padana e al sud della Francia (Vannini e Venturi, 1998).

Da queste colture possono essere ricavati oli di diversa composizione (con una resa variabile), generalmente, attraverso il processo di estrazione industriale con sistemi pressione-solvente, ottenendo come sottoprodotto dei pannelli proteici destinati principalmente al settore mangimistico.

La produzione di oleaginose, nel suo complesso, viene realizzata per oltre il 37% dalla Francia, per poco più del 28% dalla Germania e per circa il 10% da Gran Bretagna e Italia.

Nel 2000, la Francia è stato il primo produttore di semi oleaginosi (5.610 mila t), seguita dalla Germania (3.660 mila t) e dall'Italia (1.400 mila t).

Per le diverse specie, in relazione alle loro esigenze climatiche, si possono individuare aree di specializzazione e di concentrazione della produzione:

- la coltivazione del colza è concentrata in Germania, Francia e Regno Unito con oltre l'89% della superficie e il 92% della produzione;
- il girasole ha il suo maggiore areale di produzione in Francia e Spagna dove si concentrano quasi l'82% della superficie ed oltre il 79% della produzione comunitaria.
- l'Italia è il primo produttore di soia in Europa, essendovi investita quasi il 65% della superficie e realizzata oltre il 67% della produzione (Vannini e Venturi, 1998).

Nella tabella 3.3 sono indicate le superfici e le produzioni delle oleaginose negli anni 81-82, 90-91, 93-94, 96-97, 99-00 ottenute all'interno dell'UE.

	Colza	Girasole	Soia	Totale
Anno	ha x 10 ³			
1981/1982	1.310	1.091	15	2.416
1990/1991	2.548	2.559	573	5.680
1993/1994	2.602	3.119	331	6.052
1996/1997	2.711	2.343	375	5.429
1999/2000	3.289	1.956	365	5.610
Anno	t x 10 ³			
1981/1982	3.086	1.213	31	4.330
1990/1991	7.421	4.299	1.853	13.573
1993/1994	6.800	3.836	969	11.605
1996/1997	7.918	3.938	1.280	13.136
1999/2000	10.338	3.194	1.205	14.737

Tabella 3.1- Superfici e produzioni investite ad oleaginose negli anni 81/82, 90/91, 93/94, 96/97, 99/00 in UE. Fonte: FAO

Negli ordinamenti produttivi delle imprese italiane, le oleaginose entrano con un certo peso a partire dagli anni '70. Si sono successivamente imposte all'inizio degli anni '80,

IL SETTORE DELLE OLEAGINOSE IN TOSCANA

svolgendo un ruolo importante nelle imprese, sotto l'aspetto sia agronomico che economico. Hanno poi subito una contrazione negli anni '90, a seguito delle modificazioni apportate all'organizzazione di mercato di questi prodotti, contrazione che è andata accentuandosi negli ultimi anni.

Come noto, soia e girasole sono le colture che, nei nostri ambienti, hanno le più favorevoli condizioni di produzione e, attualmente, esse rivestono la medesima importanza in termini di estensione (mediamente 165.000 ha). Le regioni del Centro Italia, compresa la Toscana, rappresentano le zone tradizionali di produzione del girasole e del colza, dove si registra da sempre la maggiore concentrazione di tali colture, in modo particolare del girasole, favorito dalle sue caratteristiche di pianta resistente a condizioni idriche non ottimali (Marescotti, 1998).

L'espansione delle colture è legata anche ai particolari andamenti meteorologici e alle diverse caratteristiche pedoclimatiche presenti sul territorio nazionale. In genere, la colza, coltura autunno-vernina, viene seminato in zone in cui il girasole, coltura primaverile-estiva, incontra maggiori difficoltà.

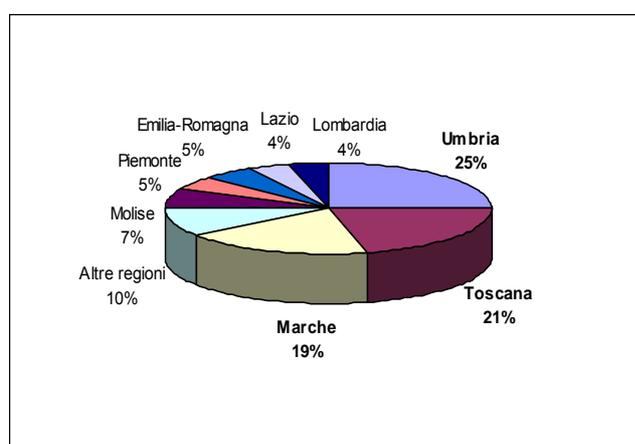


Figura 3.1- Superfici a girasole per regione (2002) Fonte: L'Informatore Agrario 11/2003

La colza ha dunque fatto registrare maggiori espansioni nelle aree cerealicole per eccellenza e in zone collinari, anche per interrompere la monosuccessione a cereali diffusa in alcuni areali. Ad ulteriore vantaggio del colza giocano i bassi costi di produzione; infatti, per la sua coltivazione è possibile utilizzare in gran parte le attrezzature meccaniche utilizzate per la coltivazione del frumento (seminatrice, mietitrebbiatrice, etc.). Nelle zone in cui, per motivi legati all'andamento meteorologico, non è sempre possibile effettuare semine autunnali, è invece il girasole a trovare spazi maggiori (Marescotti, 1998). Le potenzialità produttive del girasole sono strettamente dipendenti dai condizionamenti climatici negli ambienti in cui esso è maggiormente coltivato, vale a dire in quella che in Italia potrebbe definirsi con una certa enfasi, la "fascia del girasole" che attraversa le regioni centrali, dalla Toscana, all'Umbria e alle Marche (figura 3.1). Essa interessa ambienti nei quali la siccità estiva rappresenta un'avversità climatica caratterizzante e ricorrente, e dove il girasole è spesso l'unica coltura avvicendata al frumento nei terreni collinari e di pianura privi di possibilità irrigue (Casati, 2002).

La Toscana occupa quindi un posto di primo piano nella produzione di semi di girasole, tanto che il solo comparto raggiunge un volume medio di affari di 15 milioni di euro.

A livello provinciale, secondo le informazioni fornite dalla Regione Toscana, è Grosseto la provincia più importante in termini di superfici, seguita da Siena, Arezzo, Pisa e Firenze, mentre in termini di contributo alla produzione i dati variano di anno in anno a seconda delle condizioni meteorologiche, ma le province più importanti sono ancora una volta Grosseto, Firenze, Pisa, Arezzo e Siena.

IL SETTORE DELLE OLEAGINOSE IN TOSCANA

Nella tabella seguente sono riportati gli andamenti delle superfici agricole dedicate e delle produzioni, a livello provinciale, relativamente alle annate 1999, 2000, 2001 per quanto riguarda le coltivazioni di girasole.

Province	Superficie (ha)			Produzione raccolta (q)		
	1999	2000	2001	1999	2000	2001
MS	0	0	0	0	0	0
LU	600	600	585	18.432	18.624	18.158
PT	545	540	530	10.643	10.152	10.070
FI	8.500	8.500	8.000	272.085	250.000	*
PO	1.000	1.005	230	33.000	27.135	6.210
LI	3.050	3.150	3.350	65.000	77.175	68.675
PI	9.000	8.000	9.000	202.500	180.000	162.000
AR	10.000	10.000	9.000	150.000	180.000	144.000
SI	10.000	10.000	9.000	171.000	180.000	63.000
GR	12.440	13.230	15.300	160.874	224.910	140.700
TOSCANA	55.135	55.025	54.995	1.083.534	1.147.996	612.813

Tabella 3.2 - Toscana: superfici e produzione di girasole per provincia, anni 1999-2001

* Non disponibile, Fonte: Regione Toscana

Per quanto riguarda la colza in Toscana, a livello provinciale, secondo le informazioni fornite dalla Regione Toscana, è ancora una volta Grosseto la provincia più importante in termini di superfici, seguita da Siena, Pisa e Firenze, mentre in termini di contributo alla produzione le province più importanti sono generalmente Firenze e Pisa, con un notevole incremento di Grosseto nel 2001. Nella tabella seguente sono riportati gli andamenti delle superfici e delle produzioni di colza, a livello provinciale, relativamente alle ultime tre annate.

Province	Superficie (ha)			Produzione raccolta (q)		
	1999	2000	2001	1999	2000	2001
MS	0	0	0	0	0	0
LU	0	0	0	0	0	0
PT	5	5	5	28	28	28
FI	800	800	*	21.728	27.000	*
PO	40	35	25	960	840	550
LI	405	325	305	6.120	4.550	4.697
PI	850	600	300	11.475	8.100	4.050
AR	300	100	100	3.000	2.000	2.000
SI	2.500	900	800	7.030	1.800	2.400
GR	4.950	2.110	1.800	3.300	5.908	6.300
Totale	9.850	4.875	4.135	53.641	50.226	20.025

Tabella 3.3 - Toscana: superfici e produzione di colza per provincia, anni 1999-2001* Non disponibile, Regione Toscana

3.2 Le implicazioni ambientali legate alla coltivazione delle oleaginose

Le oleaginose, con particolare riferimento a girasole e colza, sono caratterizzate da una relativa facilità di coltivazione che si traduce in una molteplicità di vantaggi offerti a livello ambientale. Entrambe le colture sono accomunate dalla limitata richiesta di cure colturali e dalla buona adattabilità alle diverse condizioni pedoclimatiche; ciò rende possibile la loro coltivazione anche in aree marginali inadatte alla maggior parte delle colture erbacee maggiormente diffuse sul territorio nazionale. La possibilità di ottenere buone rese anche in condizioni di limitata disponibilità idrica rende possibile la loro coltivazione anche in assenza d'irrigazione, permettendo di valorizzare gli ambienti caratterizzati da siccità estiva. Il rapporto tra deficit evapotraspirativo e decremento di resa è, come noto, nettamente a favore di queste colture in raffronto alla maggior parte delle specie annuali (mais, soia, barbabietola da zucchero, ecc.).

Le limitate esigenze colturali e l'adattabilità del girasole e del colza assumono un particolare significato ai fini della buona gestione della pratica agricola. Infatti, tali caratteristiche rendono possibile l'applicazione di tecniche di coltivazione a basso impatto ambientale, che come noto prevedono l'impiego di quantitativi notevolmente inferiori di input chimici rispetto alla tecnica convenzionale nonché il ricorso a tecniche di lavorazione del terreno più superficiali che rallentano il processo di mineralizzazione del suolo e permettono una maggiore conservazione della sostanza organica.

Un altro vantaggio offerto da queste due specie è rappresentato dal miglioramento della gestione degli avvicendamenti, in modo particolare nei molti casi in cui mancano alternative colturali "da rinnovo" a dette oleaginose. La realizzazione di rotazioni colturali maggiormente diversificate, grazie anche all'introduzione del colza o del girasole (o di entrambe), è di fondamentale importanza laddove si intende ridurre gli input colturali (in particolare concimazioni e trattamenti erbicidi).

La presenza di queste oleaginose nelle colline toscane rappresenta una concreta alternativa alla monosuccessione dei cereali a paglia. Infatti, nella collina asciutta dell'Italia centrale non vi sono, di fatto, alternative altrettanto valide:

- il mais, su terreni argillosi ed in coltura asciutta, non è in grado di garantire produzioni soddisfacenti, presenta costi di produzione più elevati e prezzi stagnanti, oltre a determinare un elevato impatto ambientale a causa degli elevati input chimici necessari;
- il favino rappresenta una grande opportunità per la collina asciutta, ma l'aleatorietà delle rese ne limita la diffusione;
- il sorgo ha limiti di tipo commerciale, mentre la barbabietola ha alti costi di produzione ed è limitata dalle quote di produzione previste in ambito comunitario.

Altrettanto importante è il ruolo del colza, in considerazione della buona adattabilità in ambienti dove lo stesso girasole non può essere introdotto per l'estrema carenza di precipitazioni primaverili-estive.

Altri vantaggi derivano dal fatto che il girasole è una coltura da rinnovo, primaverile-estiva, che contribuisce al mantenimento della fertilità e della struttura del terreno, mentre la colza, a sua volta, in quanto coltura a ciclo autunno-vernino, svolge un'importante azione protettiva all'erosione ed al dilavamento e di consolidamento del terreno, grazie alla copertura che garantisce proprio durante i mesi in cui è maggiore il rischio di fenomeni erosivi (Benvenuti e Vannozzi, 2001; Frascarelli, 2002).

Infine, è opportuno ricordare il ruolo fondamentale che il girasole riveste attualmente in molte aziende "biologiche" della Toscana dove, grazie alla sua rusticità può essere coltivato con soddisfazione anche con ridotti livelli di fertilizzazione e, soprattutto, con un controllo esclusivamente meccanico della flora infestante. Nel contesto dell'agricoltura biologica, così importante per la Toscana, il girasole potrebbe inoltre rappresentare una fonte di proteine "pulite" ottenibili come "sottoprodotto" del processo di estrazione dell'olio.

3.3 La filiera oleaginose: caratteri strutturali e organizzativi in Toscana

La filiera oleaginose è composta essenzialmente da quattro soggetti chiave: le aziende agricole produttrici dei semi, i centri di raccolta e commercializzazione dei semi oleosi, le industrie di estrazione che si occupano della trasformazione primaria e le industrie utilizzatrici dei prodotti derivati che rappresentano l'ultimo anello della catena (Figura 3.2).

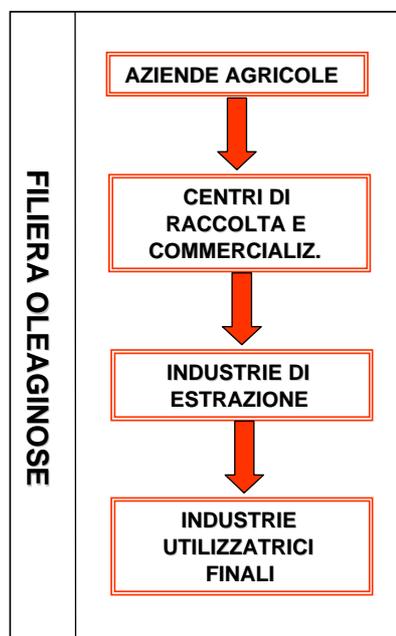


Figura 3.2 - La filiera produttiva oleaginose. Fonte: ns. elaborazione

Nel settore oleaginose, le aziende produttrici tendono ad affidarsi ai centri di raccolta per il ritiro e la commercializzazione della produzione in misura maggiore rispetto alle produzioni cerealicole, dato che nel caso dei semi oleaginosi non viene solitamente effettuato il consueto servizio di stoccaggio a causa della concorrenza esercitata sulle strutture dalle produzioni cerealicole, nonché il servizio di essiccazione per la carenza di impianti idonei.

In Toscana, sono due i grandi poli di riferimento per la commercializzazione di girasole e colza: Sistema Consmaremma, per la parte litoranea della regione, e Consorzio Agrario Provinciale di Siena per la parte interna. Questi due grandi poli, che trattano complessivamente circa la metà della produzione regionale, oltre che incaricarsi di collocare il prodotto degli associati sul mercato, fungono anche da riferimento per gli altri operatori per la commercializzazione (Marescotti, 1996).

A tali poli devono essere aggiunti anche alcuni Consorzi Agrari Provinciali (Firenze, Pisa, Grosseto, Livorno) e alcuni centri di raccolta privati in grado di incidere e/o controllare le dinamiche commerciali di alcuni bacini produttivi regionali (Siena, Pisa).

Il diverso peso che i singoli operatori commerciali hanno, e la loro diversa natura giuridica, contribuisce a spiegare le differenze (pur non marcate) di prezzo del seme al produttore nelle varie aree produttive della regione.

In questo contesto, le Associazioni di Produttori operanti sul territorio toscano (APSO e APPOL), che potenzialmente potrebbero svolgere per questo tipo di produzioni un ruolo decisamente importante, quanto meno nella fase di commercializzazione e immissione sul mercato, hanno subito nelle ultime campagne un consistente ridimensionamento. La scarsa incentivazione economica al prodotto prevista dagli accordi interprofessionali rende poco conveniente per il produttore, stante l'attuale assetto organizzativo della

IL SETTORE DELLE OLEAGINOSE IN TOSCANA

commercializzazione, il ricorso a simili strutture di aggregazione dell'offerta (ARPSO, 1996). D'altro canto, occorre considerare che la maggior parte dei centri di raccolta (in particolare le cooperative e i CAP) svolgono, rispetto al girasole e al colza un'attività di "servizio di vendita", nell'ambito di una più generale attività di commercializzazione delle produzioni e dei mezzi tecnici per l'agricoltura (Marescotti, 1998).

Nel caso in cui le aziende produttrici siano localizzate in zone limitrofe agli stabilimenti in cui si effettua l'estrazione, il seme vi fluisce direttamente senza passare per il centro di raccolta e commercializzazione.

Da tutto ciò, si evince una effettiva carenza dei servizi di stoccaggio e di essiccazione delle sementi (l'umidità del seme, per poter essere tritato, deve essere inferiore al 6%), più volte lamentata dall'industria di estrazione nazionale. Questo rappresenta uno dei principali motivi per cui il livello dei prezzi dei semi alla produzione permane a livelli decisamente inferiori a quelli riscontrati negli altri Paesi produttori dell'UE, in cui il mondo agricolo è dotato di strutture organizzative più efficienti e maggiormente in grado di concentrare, omogeneizzare, stoccare e condizionare il prodotto per l'industria. A ciò si aggiunge la pratica impossibilità da parte dell'industria di effettuare controlli più specifici sulla qualità delle sementi in ingresso e di riconoscere quindi incentivi di prezzo legati a parametri qualitativi (contenuto in olio, composizione acidica) diversi da quelli standard (umidità e impurità) (Marescotti, 1996).

Dall'altra parte, come si è detto, le aziende produttrici si trovano in difficoltà ad effettuare servizi aggiuntivi. Di fatto tutte le imprese nazionali di triturazione sono attualmente dotate di ampie capacità di stoccaggio e di essiccazione dei semi.

Negli anni più recenti si è comunque assistito ad un aumento della concentrazione della commercializzazione del girasole e del colza, in parte riflesso anche dell'aumentata concentrazione presente nel settore acquirente (impresa di estrazione); ciò ha in parte ovviato al problema della frammentazione della produzione, consentendo in taluni casi di ottenere prezzi e condizioni di vendita migliorative.

In questo quadro si colloca l'industria di estrazione dei semi oleaginosi in Italia costituita da un totale di 8 imprese, di cui alcune con più di un impianto. Eridania spa (gruppo Eridania-Bèghin Say), tramite la sua divisione Cereol Italia, detiene la maggior quota di mercato, sia a livello di potenzialità di estrazione che di quantità trasformate. La parte restante della trasformazione è assicurata dalle altre 7 imprese, di dimensione media o medio-piccola.

La tipologia strutturale e organizzativa delle imprese di estrazione appare molto diversificata: le imprese di medio-grande dimensione dispongono spesso, oltre a più impianti a diverso grado di specializzazione in relazione alla specie oleaginosa da "lavorare" (girasole, colza, soia, germe di mais, vinacciolo, etc.) e ubicati in diversi bacini di approvvigionamento, anche di impianti di raffinazione, attivando in questo modo un'integrazione verticale a valle. In altri casi, le imprese del settore della estrazione sono state oggetto di acquisizione da parte di imprese sementiere; in altri casi ancora si realizzano partecipazioni azionarie o accordi di cooperazione (Cerealtoscana, F.lli Moretti Cereali, ecc.).

Il coordinamento tra imprese agro-industriali e imprese sementiere è ormai una tendenza internazionale e permette un maggior controllo sulle caratteristiche intrinseche e specifiche della materia prima da trasformare (Cook, 1994; Galizzi, 1996).

La capacità di lavorazione delle imprese trituratrici italiane è stimata attorno ai 4 milioni di tonnellate annue, ma permane molto basso l'effettivo grado di utilizzazione degli impianti (60-65%) che, anche nel recente passato, ha condotto alla chiusura di alcune imprese.

In Toscana hanno operato, fino a poco tempo fa, due impianti di triturazione dei semi oleosi. Il primo, ubicato nel porto industriale di Livorno, è rappresentato dallo stabilimento Cereol appartenente ad Eridania, dotato di una capacità di triturazione di circa 1.000 t al giorno; esso è stato il più importante impianto dell'Italia Centrale e punto di riferimento per le consegne di girasole e colza prodotti sul territorio regionale, fino alla chiusura nel 2001.

IL SETTORE DELLE OLEAGINOSE IN TOSCANA

Il secondo, appartenente alla società Itacol, si trova a Castelfiorentino (FI) e dispone di una potenzialità di triturazione di circa 500 t al giorno con specializzazione nella trasformazione di girasole, cui è stata recentemente affiancata la lavorazione delle sanse di oliva e dei vinaccioli (Marescotti, 1998). In definitiva, per la campagna di commercializzazione in atto (2002/2003), l'unico impianto operativo sul territorio regionale toscano è l'Itacol di Castelfiorentino che rappresenta tra l'altro un punto di riferimento per l'intera Italia centrale (Marescotti, 2002).

3.4 Analisi territoriale

L'analisi territoriale proposta nella valutazione della filiera indagine ha previsto:

- una prima fase di raccolta, riesame e validazione dei dati esistenti (in particolare uno studio redatto dalla Scuola S. Anna di Pisa nel 2002 nell'ambito di un progetto regionale);
- una seconda fase in cui sono stati esaminati i dati di produzione delle colture e di estensione delle superfici coltivate negli ultimi anni (fino al 2005) per il territorio regionale e, nel dettaglio, per la provincia di Prato.

Di seguito si riportano i principali risultati dello studio svolto nel 2002 a seguito di una vasta campagna di raccolta dati attraverso l'utilizzo di strumenti GIS.

L'area di indagine considerata nello studio è quella delle 5 province della Toscana occidentale (Massa e Carrara, Lucca, Pisa, Livorno e Grosseto). Nella figura seguente viene mostrata la mappa delle aree idonee alla coltivazione del girasole nelle province esaminate ed il dettaglio di indagine sulle province di Pisa e Pistoia.

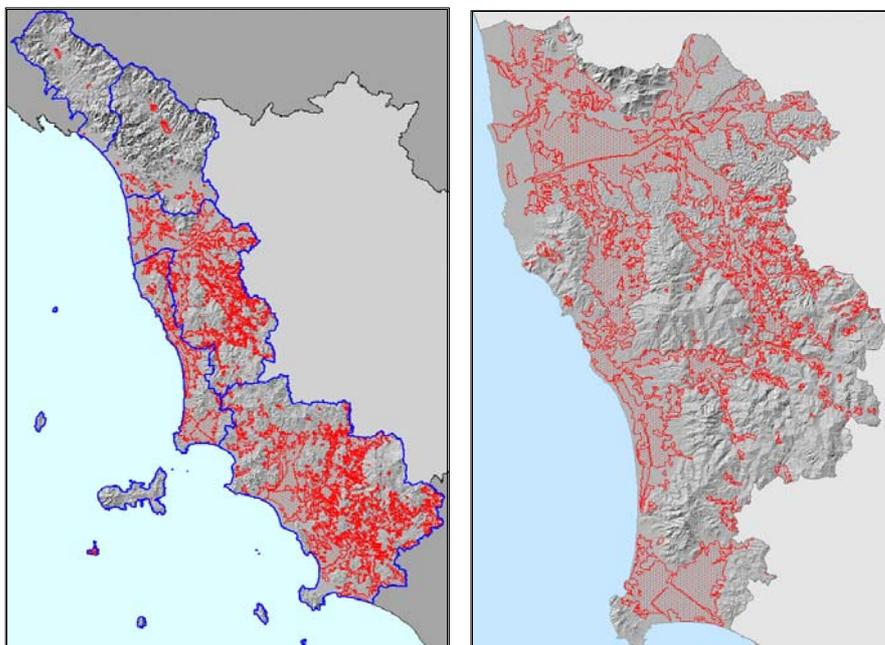


Figura 3.3- Aree idonee alla coltivazione del girasole e dettaglio delle province di Pisa e Pistoia

Nella figura successiva è riportata la mappa delle aree idonee delle province di Pisa e Pistoia ad una scala maggiore dalla cui analisi si nota che risultano escluse quasi totalmente le zone collinari, mentre risultano idonee ampie aree dei fondovalle.

I dati elaborati nello studio, in relazione alle rese unitarie da applicare alle aree idonee per la coltivazione del girasole, per la stima della sua produzione all'interno del comprensorio di indagine, evidenziano un forte e generalizzato decremento delle superfici coltivate a partire dal 2002 (modifiche occorse nelle Politiche Agricole dell'UE).

Di seguito sono riportati i grafici relativi ai dati (superfici a girasole) provenienti dalla banca dati congiunturale per gli anni 1999-2002.

IL SETTORE DELLE OLEAGINOSE IN TOSCANA

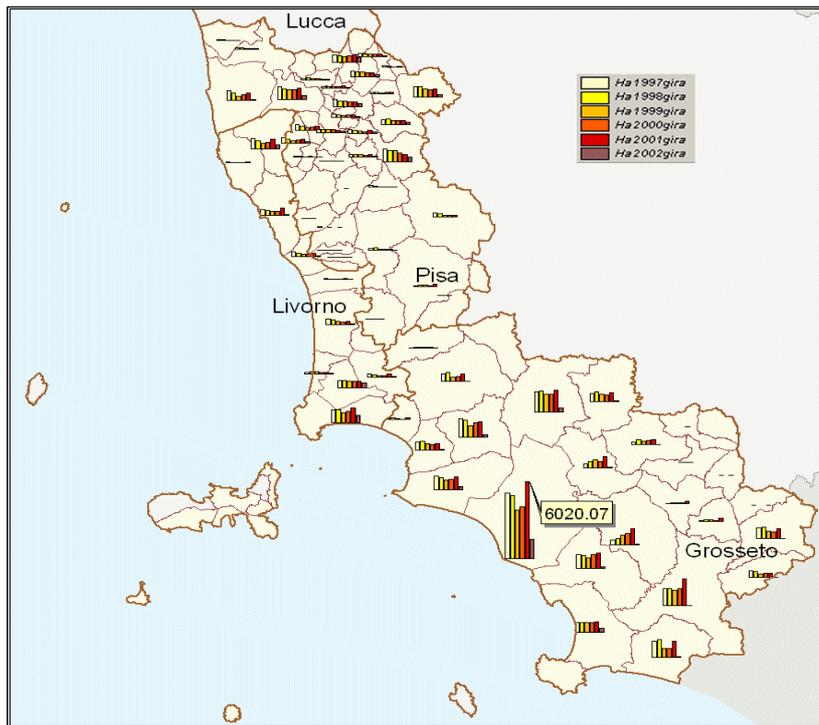


Figura 3.4 - Andamento delle superfici coltivate a girasole (ha) per comune (dati AGEA)

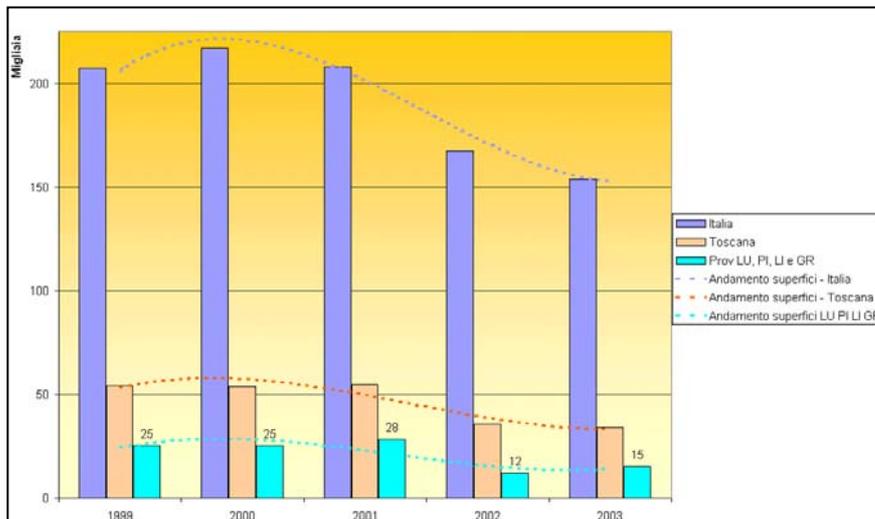


Figura 3.5- Superfici coltivate a girasole (dati ISTAT), dati delle 4 province, regionali e nazionali

Si può notare che le superfici impegnate a colture di girasole in Toscana sono costantemente circa un quarto di quelle totali in Italia e che le 4 province prese in considerazione costituiscono in media il 50% delle superfici presenti in Toscana. E' evidente anche la generale affermazione di un trend negativo negli anni 2002 e 2003. Per quanto riguarda le 4 province si nota un picco nel 2001 che scende a circa il 50% nel 2002 e nel 2003.

IL SETTORE DELLE OLEAGINOSE IN TOSCANA

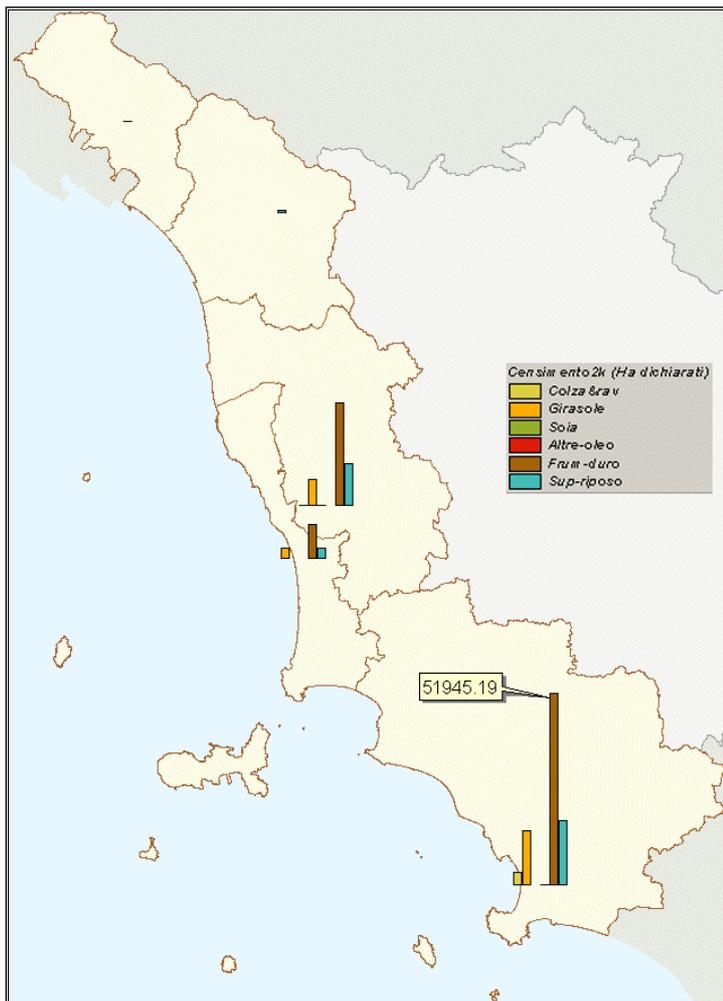


Figura 3.6 -Andamento delle produzioni a girasole (q) per provincia (dati ISTAT) della banca dati congiunturali sulle coltivazioni.

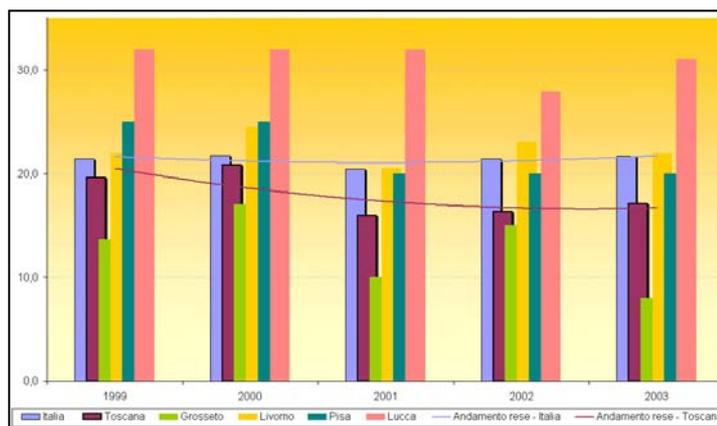


Figura 3.7 - Produzioni (q/ha) di girasole (1999 -2003) delle 4 province, della Toscana e dell’Italia

Per quanto riguarda le produzioni, nella figure precedenti è riportata la mappa con i quintali prodotti complessivamente nelle 4 province per i 5 anni considerati e l’andamento nei 5 anni delle singole province confrontati con i rispettivi dati regionali e nazionali.

IL SETTORE DELLE OLEAGINOSE IN TOSCANA

La produzione unitaria nazionale si attesta, mantenendosi costante, poco sopra i 20 q/ha, mentre quella della Toscana presenta un calo nel 2001 per poi riallinearsi a quella nazionale nel 2003. Tra le province spiccano le rese registrate a Lucca, molto superiori a quelle del resto del comprensorio e quelle di Grosseto che risultano invece inferiori alla media. Un tale andamento sembra da mettere in relazione al tipo di regime pluviometrico in grado di modulare sensibilmente le prestazioni dell'oleaginosa.

Nello studio esaminato sono state infine calcolate le medie dei 5 anni ed applicate alle rispettive aree idonee per stimare la produzione media possibile nelle 4 province. Naturalmente è necessario precisare che non tutte le aree idonee possono essere contemporaneamente coltivate a girasole. In tutte le aziende infatti l'oleaginosa entra a far parte di un avvicendamento colturale che prevede una successione delle colture prescelte dall'agricoltore in modo da conservare il livello di fertilità dei terreni ed evitare l'insorgere di fenomeni indesiderati quali la stanchezza del terreno, lo sviluppo di patogeni, la creazione di picchi di richiesta di manodopera e di macchine, ecc. Sembra realistico assumere che circa un quarto delle superfici potenzialmente coltivabile a girasole possa effettivamente essere destinata all'oleaginosa in ciascun anno, ipotizzando quindi l'adozione di avvicendamenti almeno quadriennali. Nel grafico seguente sono dunque riportati i risultati ottenuti tenendo conto di questo importante vincolo agronomico.

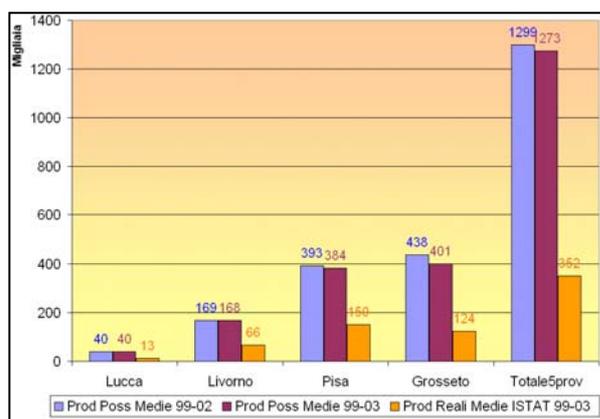


Figura 3.8- Produzioni totali medie stimata nelle 4 province

Infine, volendo giungere ad una stima dell'olio prodotto e applicando una resa media del girasole alto oleico del 42 % si ottengono le produzioni olearie riportate nel grafico successivo.

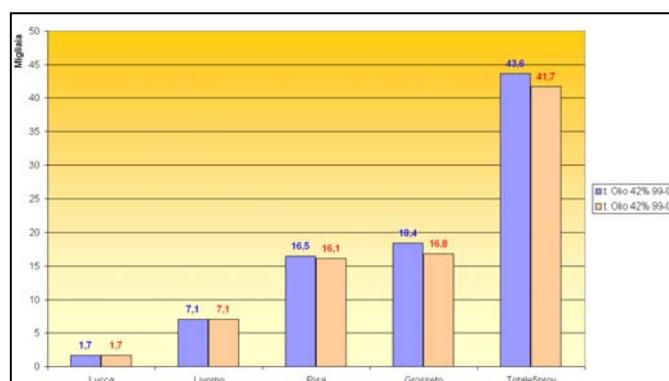


Figura 3.9- Produzioni annuali medie stimata di olio nelle 4 province coltivando ¼ delle aree idonee

Di seguito sono riportati i risultati delle indagini realizzate sulle superficie e sulle produzioni di girasole nella provincia di Prato.

La figura 3.10 rappresenta la carta dell'uso del suolo del PTCP della provincia di Prato con specifico riguardo alle aree ad uso agricolo e forestale.

Il sistema agricolo forestale della Provincia di Prato presenta una superficie totale di 30.069 ha che rappresenta l'82,3% dell'intera superficie provinciale. Dei 30.069 ha totali, 9.613 ha sono di superficie agricola pari al 26,3% dell'intera superficie provinciale ed al 31,9% dell'intera superficie agricola forestale. La superficie boscata interessa un'area di 20.456 ha pari al 73,7% dell'intera superficie agricola forestale ed il 56% dell'intera superficie provinciale.

Ben il 50% dell'intera superficie di uso del suolo agricolo è rappresentato dai seminativi, questi con uno sviluppo complessivo di 4.811 ha coprono il 13,1% dell'intera superficie provinciale. A livello comunale Prato, con 2.908 ha, rappresenta da solo il 60,4% delle superfici a seminativo. Carmignano è l'altro comune con tale dato significativo dove i seminativi con 767 ha sono il 15,9% del totale delle superfici a seminativo, segue Montemurlo con 409 ha pari al 8% del totale provinciale. Questi tre comuni da soli rappresentano ben l'84,3% dell'intera superficie a seminativo provinciale. Altro dato dell'uso agricolo del suolo da considerare è quello relativo alle colture in abbandono.

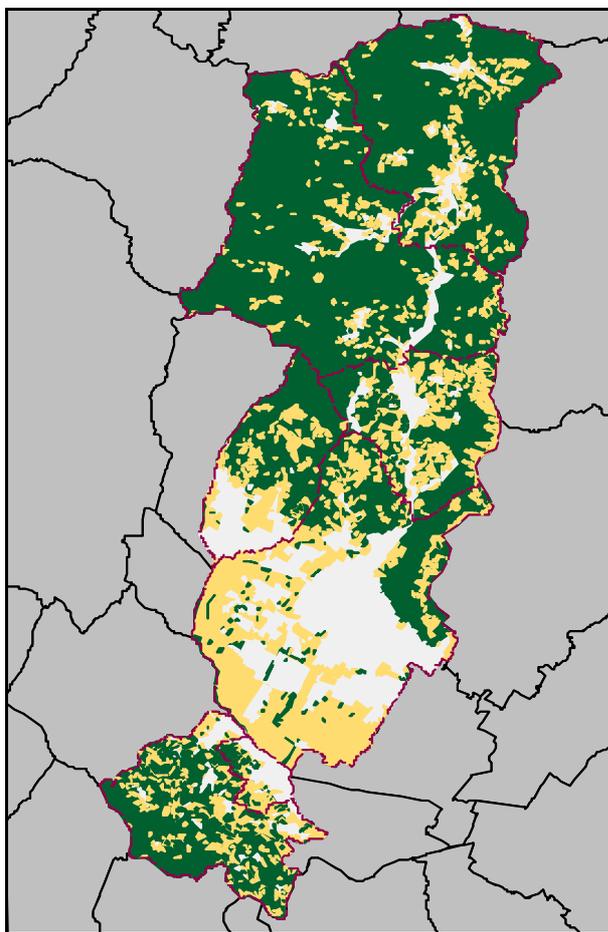


Figura 3.10 – Carta uso del suolo con specifica uso agricolo e forestale - PTCP di Prato
(* in giallo seminativo, in verde boschi e colture arboree, in bianco aree urbanizzate)

IL SETTORE DELLE OLEAGINOSE IN TOSCANA

Nelle figure seguenti sono riportati i dati relativi alle superfici produttive e alla produzioni agricole nella provincia di Prato negli anni 1999-2005.

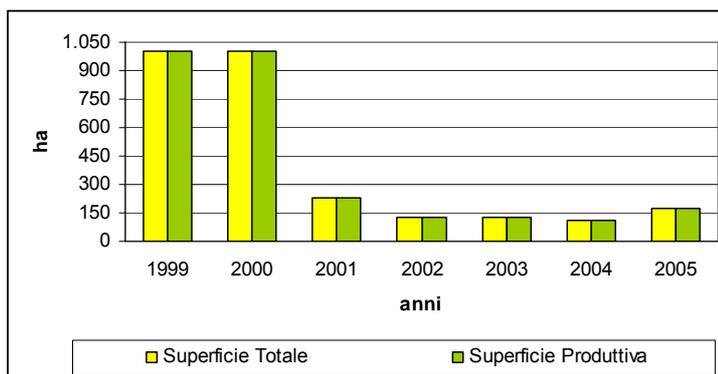


Figura 3.11– Superfici produttive (1999 -2005) nella provincia di Prato, dati Regione Toscana

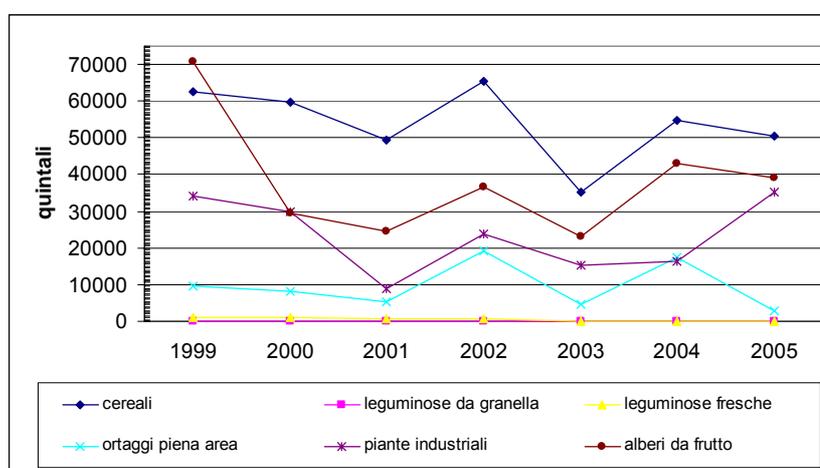


Figura 3.12 – Produzione totale (1999-2005) nella Provincia di Prato, dati Regione Toscana

In sintesi le indagini svolte consente di trarre alcune considerazioni generali:

- le aree potenzialmente coltivabili a girasole nell’ambito regione Toscana sono estese ed assolutamente più che sufficienti a soddisfare sia le esigenze alimentari che industriali legate alla produzione dell’olio;
- si osservano scarse limitazioni alla coltivazione dell’oleaginosa che sono essenzialmente riconducibili ad una diversa destinazione d’uso del terreno od alla presenza di condizioni di acclività non compatibili con la gestione meccanizzata della coltura;
- dal punto di vista meteorologico i principali elementi del clima (temperature, precipitazioni e radiazione) non costituiscono nella maggioranza dei casi fattori limitanti la riuscita tecnica della coltivazione che trova nelle scarse piogge di inizio estate il principale ostacolo al conseguimento di elevati livelli di resa;
- l’attuale estensione delle superfici a girasole sembra dunque da ricercare nelle attuali condizioni di convenienza economica e di organizzazione dell’azienda che favoriscono l’adozione di colture “concorrenti”;
- l’attivazione di opportune politiche agrarie a livello regionale, nazionale o comunitario possono giocare un ruolo importante nel modulare il successo dell’oleaginosa presso gli agricoltori della regione;

IL SETTORE DELLE OLEAGINOSE IN TOSCANA

- i margini per un effettivo incremento delle superfici a girasole sono dunque esistenti e presumibilmente legati alla creazioni di apposte filiere di produzione.

4 SPERIMENTAZIONE IN FASE AGRICOLA

4.1 Valutazione della capacità fertilizzante del compost verde di qualità sulla coltura del girasole

Nel secondo semestre del 2005, il D.A.G.A. nel rispetto degli obiettivi del Modulo di Lavoro 1 Sezione 3.1, ha impostato una prova agronomica per la valutazione della capacità fertilizzante del Compost Verde di qualità (COMPOST A) sulla coltura del girasole.

L'uso di Compost di qualità, prodotto dall'impianto di compostaggio della Provincia di Prato, potrebbe permettere di ridurre i costi di produzione e gli input energetici della coltura del girasole, elemento di base dell'intera filiera produttiva allo studio.

Sempre in quest'ottica, nell'operare gli opportuni confronti, si è ritenuto opportuno inserire nel test alcuni sistemi di gestione della concimazione che prevedessero anche una riduzione dei dosaggi del concime azotato e del numero di interventi agronomici.

La valenza ambientale del progetto, infine, ha suggerito l'idea di focalizzare gli studi sull'azoto, elemento fondamentale per la resa della coltura, ma al tempo stesso fortemente impattante sull'ambiente.

L'attività del DAGA si è focalizzata quindi sulla realizzazione di due ricerche parallele sviluppate in ambienti diversi; la prima è stata condotta presso la stazione sperimentale del Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agro-ecosistema dell'Università di Pisa (sita in San Piero a Grado – Pisa) (sito denominato: ROTTAIA) su un terreno pianeggiante rappresentativo delle pianure alluvionali della Toscana occidentale, mentre la seconda è stata effettuata in Provincia di Firenze nell'azienda agricola sperimentale "Fattoria di Oliveto" (comune di Montespertoli) rappresentativo degli ambienti pedocollinari della Toscana interna (sito denominato: OLIVETO).

Entrambe le ricerche hanno confrontato, attraverso una prova parcellare, l'effetto prodotto sul girasole dal COMPOST A al confronto con altri fertilizzanti di natura minerale ed organica al fine di valutare agronomicamente il valore fertilizzante del compost. Inoltre, si è ritenuto opportuno inserire nel confronto un altro tipo di compost misto, certificato biologico, prodotto nella Provincia di Siena (COMPOST B), ed il pannello proteico ottenuto dalla disoleazione delle farine di girasole, ipotizzando così una utilizzazione integrale dell'oleaginosa nell'ambito del territorio considerato (la frazione lipidica del seme di girasole sarebbe infatti destinata alla produzione di oleanti mentre quella proteica, generalmente utilizzata per la produzione di mangimi, potrebbe essere destinata alla produzione di concimi organici utilizzabili per la fertilizzazione di diverse colture anche in sistemi di agricoltura "biologica").

Nelle tesi con concimi minerali tradizionali sono stati individuati, per la loro ampia diffusione sul mercato, fosfato biammonico e urea, operando una riduzione del dosaggio d'azoto con l'obiettivo di studiare l'effettivo valore fertilizzante dei compost e le possibili ripercussioni sulla resa della coltura. Di conseguenza, oltre al testimone non fertilizzato con azoto, al quale è stato distribuito unicamente il concime fosforico (PERFOSFATO TRIPLO) sono state inserite 3 tesi con urea a dosi crescenti, ottenendo, così, rispettivamente un apporto di 50, 100 e 150 kg N.ha-1. Per tutti i concimi e gli ammendanti organici inseriti nello schema sperimentale il livello di fertilizzazione è stato pari alla dose massima apportata con quelli minerali (150 kg N.ha-1).

Oltre ai fertilizzanti organici, la prova ha permesso di misurare le potenzialità di un concime a lento rilascio a base di metilen-urea (BLUFORMULA MIX), recentemente proposto in un'unica somministrazione per la concimazione del girasole e di altre specie non particolarmente "avide" di azoto. Basandoci sulle indicazioni della società distributrice, questo prodotto è stato somministrato tutto in presemina a un dosaggio ridotto pari a 100 kg N.ha-1.

SPERIMENTAZIONE IN FASE AGRICOLA

I dosaggi dei concimi a confronto sono riportati in tabella 3.1.

Trattamenti	N (kg N ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ (kg N ha ⁻¹)
TESTIMONE	0	46
UREA + FOSFATO BIAMMONICO	50	46
UREA + FOSFATO BIAMMONICO	100	46
UREA + FOSFATO BIAMMONICO	150	46
METILEN-UREA (*)	100	46
FARINA PROTEICA	150	75
COMPOST A	150	50
COMPOST B	150	50

Tabella 4.1- Trattamenti e livelli di fertilizzazione adottati per le due ricerche

(*) BLU FORMULA BF MIX NP 34-15

Lo schema di campo adottato è stato quello a blocchi completamente randomizzati con 4 repliche, per un totale di 32 parcelle della superficie di 21 m² ciascuna (7m x 3m) (figura 4.1).



Figura 4.1- Panoramica dell'appezzamento di Rottaia

Prima della determinazione delle dosi di prodotto da distribuire, in laboratorio sono state svolte analisi chimiche sui due compost (A e B) e sui terreni prescelti per ospitare le ricerche. Le analisi relative al compost B, certificato biologico, hanno confermato le caratteristiche riportate in etichetta. Entrambi i prodotti hanno fatto registrare lo stesso titolo di azoto ed hanno rispettato i valori medi dei principali parametri per la valutazione della qualità agronomica dei compost (Scagliarini, 2002; Rossi e Piccinini, 2002; Centamero, 2004•) (tabella 3.2).

		COMPOST A	COMPOST B
UMIDITÀ	(%)	17.5	18.1
PH	(%)	7.1	7.3
CARBONIO ORGANICO	(%)	27.8	27.3
AZOTO ORGANICO	(%)	1.61	1.64
C/N		16.6	15.3
SALINITÀ	(%)	33	31

Tabella 4.2– Caratteristiche chimiche dei compost utilizzati

- Scagliarini S. (2002) – Compost, una valida alternativa al letame. Terra e Vita 26: 47-50.
 Rossi L. e Piccinini S. (2002) – L'impiego di compost in agricoltura. L'Informatore Agrario 6: 29-33.
 Pentamero M. (2004) – Compost e agricoltura tra presente e futuro. Fare Verde pp. 1-24.

SPERIMENTAZIONE IN FASE AGRICOLA

Le analisi fisico meccaniche dei terreni (tabella 3.3) hanno evidenziato una composizione granulometrica variabile dal franco, nella stazione di Rottaia, al franco-argilloso in quella di Oliveto. In entrambe i casi i terreni sono risultati mediamente dotati dei principali nutrienti e con reazione da neutra a sub-alcaina.

Caratteristiche del terreno		Stazioni sperimentali	
		Rottaia	Oliveto
Scheletro	(%)	assente	assente
Sabbia	(%)	30.6	41,5
Limo	(%)	51.9	36,5
Argilla	(%)	17.5	22.0
pH		7.9	8,01
Sostanza organica	(%) ¹	1.79	2,01
Azoto totale	(‰) ²	1.12	1,11
Fosforo assimilabile	(ppm P ₂ O ₅) ³	22.3	12
Potassio scambiabile	(ppm K ₂ O) ⁴	165.4	202,3
Capacità Scambio Cationico	(meq·100 g ⁻¹)	15.1	27,5

Tabella 4.3– Principali caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche dei terreni

¹ Metodo Walkley-Black; ² Metodo Kjeldahl; ³ Metodo Olsen; ⁴ Metodo Internazionale

Per quanto riguarda la gestione agronomica delle due ricerche, in entrambe le stazioni sperimentali è stato adottato lo stesso ibrido di girasole: Carla; questo ibrido, caratterizzato da un alto contenuto in acido oleico e ciclo medio-tardivo (già valutato in passato nei due ambienti di prova) si è sempre dimostrato in grado di valorizzare gli input esterni e di ottenere, in adeguate condizioni, apprezzabili produzioni di granella.

Le operazioni colturali si sono leggermente differenziate nei due siti sperimentali.

A OLIVETO, la coltura del girasole è succeduta a orzo e la lavorazione principale adottata è stata la discissura con ripper a 45 cm di profondità e l'affinamento del letto di semina è avvenuto mediante un passaggio di erpice a denti rotanti. La distribuzione dei diversi concimi è stata effettuata immediatamente prima della preparazione del terreno e della semina, avvenuta il 6 maggio 2005; nello stesso giorno è stato effettuato anche un diserbo di pre-emergenza a base di Oxifluorfen alla dose di 1 litro ad ettaro. Le operazioni colturali si sono completate con la sarchiatura a metà giugno.

A ROTTAIA, invece, la coltura è succeduta a mais e la lavorazione principale del terreno è stata eseguita con un aratro polivomere alla profondità di 25-30 cm; l'affinamento del letto di semina è avvenuto, anche in questa località, per mezzo di un erpice a denti rotanti. La distribuzione dei concimi e la semina sono avvenute in data 3 maggio 2005. A differenza di OLIVETO, non è stato necessario procedere al diserbo chimico dell'appezzamento e il controllo delle infestanti è stato affidato alla sarchiatura meccanica delle interfile, avvenuta il 21 giugno 2005.

A distanza di 10 giorni dalla semina è stata effettuata la valutazione dell'investimento colturale che è risultato pari a 7,5 piante/m² ad OLIVETO e a 6 piante/m² a ROTTAIA. Il 9 giugno è stato condotto un primo rilievo di campo per la valutazione intermedia della crescita dei girasoli nelle diverse parcelle; da questa rilevazione non sono scaturite fallanze in fase di emergenza o altri fattori di particolare disomogeneità della coltura.

A fecondazione completata, le calatidi dei girasoli presenti sulle file prescelte per il campionamento finale (2 file centrali di 7 metri lineari a OLIVETO, 2 file centrali di 4 metri lineari a ROTTAIA) sono state incappucciate per evitare la perdita di acheni provocata dagli agenti meteorici e dalla predazione da parte degli uccelli.

In occasione della raccolta, avvenuta con l'ausilio della mietitrebbia parcellare, il 23 settembre 2005 a OLIVETO e il 29 settembre 2005 a ROTTAIA, si è proceduto a

SPERIMENTAZIONE IN FASE AGRICOLA

campionare per ciascuna parcella l'intera parte aerea di 9 piante, raccolte nelle file centrali. Questi campioni sono stati utilizzati per la stima della produzione totale di biomassa, mentre una ulteriore stima della capacità produttiva della coltura è stata effettuata sulla base della produzione espressa dall'insieme delle calatidi precedentemente incappucciate nell'area di saggio.

La biomassa relativa alle nove piante è stata suddivisa in residui colturali (stocchi e foglie), residui floreali (calatidi) e granella; per ciascuno comparto sono stati determinati i pesi freschi ed i pesi secchi, dopo essiccazione in stufa fino al raggiungimento del peso costante. Su questi campioni sono in via di svolgimento sia le analisi chimiche relative al contenuto totale di azoto (metodo Kjeldahl) di tutte le matrici, sia le analisi qualitative relative alla composizione della granella (frazione lipidica e proteica).

Prima e durante il ciclo colturale del girasole, nelle due stazioni sperimentali sono stati registrati giornalmente i principali parametri climatici utili ad interpretare la risposta produttiva della coltura (piovosità, temperature minima e massima); nelle tabelle 4 e 5 sono riportati i dati climatici raggruppati per decenni da aprile a settembre.

mese	Aprile			Maggio			Giugno			Luglio			Agosto			Settembre		
	decade	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Piov.	10,5	7,6	1,0	2,8	51,8	1,2	1,8	20,6	0,4	2	4,2	0,4	0,6	18	11,2	58,4	23,4	0,2
T. min	4,7	5,1	6,4	8,0	10,3	11,1	10,3	12,5	16,8	14,3	14,1	15,5	14,7	15,3	15,0	16,1	13,6	10,8
T. max	17,7	16,5	20,2	22,9	23,2	27,3	26,7	27,6	31,7	28,7	29,6	31,5	30,2	29,4	28,0	28,6	25,4	24,9

Tabella 4.4- Andamento climatico durante il periodo di sperimentazione a Rottaia

Nella stazione di Rottaia (tabella 3.4) la piovosità della seconda decade di maggio ha facilitato la germinazione e l'emergenza della coltura che si è avvalsa anche della consistente piovosità della metà di giugno per accrescersi regolarmente senza evidenti stress idrici durante i mesi più siccitosi (luglio e agosto). Il buono sviluppo vegetativo dimostrato dalla coltura di girasole in questo sito sperimentale trova motivo anche nella buona disponibilità di acqua di falda dell'ambiente considerato.

Nella stazione di Oliveto (tabella 3.5) si è riscontrato un andamento climatico simile a quello della stazione di Rottaia; anche qui la piovosità della seconda decade di maggio e della seconda decade di giugno hanno favorito lo sviluppo della coltura dalla germinazione fino alla piena fioritura. Il mese più siccitoso è stato luglio, mentre già dalla metà di agosto si sono verificati consistenti eventi piovosi che hanno consentito una corretta chiusura del ciclo vegetativo. Da notare in questa stazione una più pronunciata escursione termica rispetto alla precedente.

mese	Aprile			Maggio			Giugno			Luglio			Agosto			Settembre		
	decade	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Piov.	22,6	26,4	1,6	2,4	39	0,8	14,6	34,6	0	0	2,4	1,8	0	9,6	49,2	46	91,8	0,6
T. min	4,2	2,4	5,0	8,8	10,3	11,6	6,7	9,6	17,7	14,6	14,3	16,1	13,5	11,3	12,5	14,4	12,7	11,4
T. max	19	18,2	26,3	24,0	25,8	32,5	29,7	31,6	34,2	32,4	35,1	38,7	33,8	31,9	32,4	33,1	27,8	26,4

Tabella 4.5- Andamento climatico durante il periodo di sperimentazione a Oliveto

4.1.1 Risultati e conclusioni

I risultati ottenuti dalla ricerca condotta a Rottaia (tabella 3.6) hanno evidenziato differenze statisticamente significative tra i trattamenti soltanto a carico della produzione

SPERIMENTAZIONE IN FASE AGRICOLA

granellari ottenute dall'area di saggio e dalle 9 piante campione. Nel primo caso, la risposta produttiva del girasole non si è statisticamente differenziata tra i 3 trattamenti a base di fosfato ammonico + urea, e tra questi ultimi e i due trattamenti a base di metilen-urea e farina proteica. L'assenza di differenze significative tra le produzioni medie ottenute con tre dosi di N evidenzia la scarsa capacità del girasole di valorizzare gli apporti di azoto (da 50 fino a 150 kg.ha⁻¹ nella fattispecie) e di conseguenza, per questa coltura l'efficienza della concimazione azotata risulterebbe decisamente più bassa rispetto al altre specie (secondo alcuni studi condotti in Francia utilizzando isotopi radioattivi, l'efficienza della concimazione azotata si aggirerebbe intorno al 23-27% dell'intera quantità di N assorbita dalla pianta).

Ciò deriverebbe dalla capacità di questa oleaginosa di esplorare capillarmente il suolo con il suo potente apparato radicale, alla ricerca dell'azoto minerale ivi presente. Questo parametro di valutazione della capacità di assorbimento dell'azoto da concimazione, meglio conosciuto come "efficienza della concimazione azotata", potrà essere calcolato anche per tutti i trattamenti posti a confronto non appena terminate le analisi per la determinazione della concentrazione di N nei diversi comparti della pianta.

L'ipotesi di cui sopra spiegherebbe anche i risultati ottenuti con il concime azotato a lenta cessione minerale (metilen-urea) e organico (farina proteica di girasole). La capacità del Bluformula BF mix di determinare rese granellari dello stesso ordine di quelle ottenute con il maggior dosaggio di urea confermerebbe la maggiore efficacia fertilizzante di questo tipo di concimi azotati a lento rilascio abbinata alla possibilità di distribuirli quasi totalmente in presemina.

Meno numerose sono le esperienze sull'effetto delle farine proteiche sulle caratteristiche biometriche e produttive del girasole; una recente ricerca condotta in lisimetri (Mazzoncini et al., 2005) ha evidenziato l'ottima risposta produttiva del girasole a questo fertilizzante organico di origine vegetale, direttamente paragonabile a quella ottenuta con urea.

TRATTAMENTI	Produzione granellare da area di saggio		Risultati ottenuti dal campione di 9 piante				
			Produzione granellare	Residui colturali	Biomassa totale	Harvest Index %	
Fosf.Biam.+ Urea N 50	4.09	ab	5.50	ab	9.40	14.90	37
Fosf.Biam. + Urea N100	4.04	abc	5.83	a	9.00	14.83	39
Fosf.Biam. + Urea N150	4.25	a	5.86	a	9.06	14.92	39
Metilen urea N100	4.13	a	5.73	a	8.79	14.52	39
Farina proteica N150	4.17	a	5.98	a	10.32	16.30	37
Compost A N150	3.59	cd	5.09	b	8.84	13.93	37
Compost B N150	3.65	bcd	5.05	b	9.15	14.20	36
Testimone N0	3.52	d	5.00	b	8.43	13.42	37
Media trattamenti	3.93		5.50		9.12	14.62	38

Tabella 4.6– Principali risultati produttivi ottenuti a Rottaia (t s.s. ha⁻¹). (valori affiancati da lettere diverse indicano differenze statisticamente significative per $P \leq 0.05$)

L'effetto fertilizzante dei 2 compost (A e B), è risultato paragonabile a quello prodotto dall'urea alla dose di 100 kg.ha⁻¹. Sebbene l'incremento produttivo attribuibile all'apporto del compost, rispetto al testimone non fertilizzato sia risultato dell'ordine del 2-4%, l'assenza di differenze significative tra le medie produttive relative al trattamento con compost e con urea (fino a 100 kg.ha⁻¹) suggerisce l'impiego di questo ammendante anche per il girasole.

SPERIMENTAZIONE IN FASE AGRICOLA

I risultati di cui sopra lascerebbero intravedere, per il girasole, la possibilità di inserire al posto dei concimi azotati i compost di qualità negli appezzamenti del pratese destinati alla produzione di oleanti. Ciò determinerebbe una riduzione dei costi di produzione e degli input energetici all'interno della filiera; ove ciò non fosse possibile si potrebbero individuare tecniche di concimazione più razionali che prevedano comunque una riduzione dei dosaggi e l'utilizzo di concimi a lento rilascio.

Passando ad analizzare la produzione granellare ottenuta dal campione di 9 piante per parcella (l'altro carattere per il quale l'analisi della varianza ha evidenziato differenze statisticamente significative tra le medie dei trattamenti), i risultati ottenuti, pur ricalcando in buona parte quelli precedentemente commentati e relativi alla produzione parcellare, sembrano indicare una minore efficacia fertilizzante dei compost. Infatti, in questo caso, le differenze tra i due compost ed il trattamento con urea alla dose di 50 kg.ha⁻¹ non sono risultate statisticamente significative. Tra gli altri caratteri analizzati, è opportuno segnalare che le maggiori produzioni di biomassa sono state registrate utilizzando farina proteica.

I risultati ottenuti dalla ricerca condotta a Oliveto (tabella 3.7) hanno evidenziato valori produttivi mediamente inferiori a quelli ottenuti nella pianura pisana a conferma delle condizioni ambientali del sito sperimentale, adatte alla coltura del girasole, ma meno favorevoli di quelle verificatesi a Rottaia in considerazione delle minori disponibilità idriche connesse all'assenza di una falda idrica superficiale. Di contro la dotazione di sostanza organica del terreno di Oliveto è risultata superiore a quella rilevata a Rottaia.

In queste condizioni pedo-climatiche le differenze produttive indotte dai diversi trattamenti fertilizzanti si sono attenuate rispetto a quanto osservato a Rottaia ad indicare una maggiore disponibilità di azoto nel terreno. Questa avrebbe potuto derivare sia dalla maggiore presenza di azoto potenzialmente mineralizzabile sia dalla tecnica di lavorazione nel terreno adottata. Infatti, mentre a Rottaia l'impiego dell'aratura superficiale potrebbe avere ridotto lo sviluppo dell'apparato radicale del girasole, a Oliveto il ricorso alla rippatura profonda potrebbe, aver facilitato il maggiore approfondimento delle radici e conseguentemente una minor dipendenza della coltura dall'azoto apportato con i fertilizzanti.

TRATTAMENTI	Produzione granellare da area di saggio	Risultati ottenuti dal campione di 9 piante						
		Produzione granellare	Residui colturali	Biomassa totale	Harvest Index %			
Fosf.Biam.+ Urea N 50	3.29	ab	3.43	bc	5.32	8.75	39	ab
Fosf.Biam. + Urea N100	3.26	ab	3.56	ab	5.38	8.94	40	a
Fosf.Biam. + Urea N150	3.30	ab	3.65	a	5.37	9.02	40	a
Metilen-urea N100	3.31	ab	3.58	ab	6.03	9.61	37	ab
Farina proteica N150	3.40	a	3.86	a	5.45	9.31	41	a
Compost A N150	2.79	bc	3.07	bc	5.14	8.21	37	ab
Compost B N150	3.20	ab	3.46	ab	4.48	7.94	44	a
Testimone N0	2.60	c	2.88	c	5.75	8.63	33	b
Media trattamenti	3.06		3.37		5.37	8.74	39	

Tabella 4.7– Principali risultati produttivi ottenuti a Oliveto (t s.s. ha⁻¹). (valori affiancati da lettere diverse indicano differenze statisticamente significative per P≤ 0.05)

SPERIMENTAZIONE IN FASE AGRICOLA

In particolare, per quanto attiene la produzione granellare ottenuta dall'area di saggio, le rese del girasole concimato con urea, indipendentemente dal livello di N apportato, non si sono differenziate da quelle ottenute con metilen-urea e farina proteica; quest'ultima ha fatto registrare i migliori risultati produttivi in assoluto. Come già osservato a Rottaia, anche in questo ambiente, l'impiego della metilen-urea a dosaggio inferiore a quello ottimale (100 kg.ha-1), ha determinato rese granellari dello stesso ordine di quelle ottenute con urea alla dose massima (150 kg.ha-1).

A Oliveto il comportamento del girasole fertilizzato con compost si è differenziato molto rispetto a quanto osservato a Rottaia; le rese granellari indotte dai due ammendanti saggiati (A e B) non si sono differenziate né tra loro né con quelle ottenute utilizzando urea alla dose più alta di N (150 kg.ha-1). Il compost B (certificato bio) è parso dotato di un maggiore valore fertilizzante rispetto al compost A avendo indotto rese granellari non diverse da quelle conseguite con la migliore tecnica di fertilizzazione basata sull'impiego della farina proteica.

Nel complesso i risultati delle ricerche condotte sulla coltura del girasole nell'ambito del Progetto Gatspot, possono essere così sintetizzati:

- gli apporti di N da fertilizzante minerale possono essere ridotti in maniera significativa rispetto a quelli ottimali (150 kg.ha-1) senza per questo indurre significative flessioni produttive del girasole, soprattutto in ambienti dotati di sufficiente fertilità; nella fattispecie è stato possibile ridurre il livello di fertilizzazione a 50 kg di N.ha-1 a Rottaia e a 100 kg di N.ha-1 ad Oliveto;
- l'impiego di metilen-urea (concime azotato a lenta cessione) su girasole si conferma un valido strumento per ridurre le quantità di N da distribuire alla coltura senza comprometterne la capacità produttiva;
- i convenzionali concimi minerali a base di urea o metilen-urea possono essere sostituiti con altri fertilizzanti organici garantendo comunque una sufficiente produttività della coltura del girasole; tra questi, la farina proteica, in entrambe le località, si è dimostrata in grado di sostituire proficuamente l'urea fino alla dose massima di N;
- l'ipotesi di impiego di compost di "qualità" come fertilizzanti per la coltura del girasole è risultata praticabile; a differenza della farina proteica, il comportamento dei due prodotti saggiati non è stato però costante nei due siti sperimentali mettendo così in evidenza come la risposta del girasole a questo tipo di ammendante organico dipenda dal prodotto, dall'ambiente pedoclimatico di coltivazione e dalle tecniche di lavorazione del terreno.

Nel loro insieme questi risultati supportano l'ipotesi progettuale di una filiera locale di coltivazione, produzione e trasformazione del girasole per la produzione di oleanti da utilizzare nel comparto industriale del territorio pratese. La possibilità di ridurre le quantità di concime azotato da anticipare alla coltura del girasole ed eventualmente di poter sostituire i concimi minerali convenzionali con fertilizzanti innovativi a lento rilascio (organici, urea-condensata) o con ammendanti (compost) rafforza la sostenibilità economica ed ambientale della filiera. L'impiego dei concimi azotati di sintesi rappresenta infatti una delle voci di costo (monetario ed energetico) più rilevanti del processo di produzione del girasole. Parallelamente l'impiego di fertilizzanti con azoto non dilavabile a lento rilascio e/o ammendanti offrirebbe altri vantaggi di ordine ambientale sia a livello locale (conservazione della fertilità dei terreni) che globale (riduzione della quantità di energia impiegata, più completa ciclizzazione nutrienti) che nel loro insieme rappresenterebbero quelle esteriorità positive della filiera alle quali le pubbliche amministrazioni dovrebbero attribuire un valore in fase di valutazione di eventuali progetti di filiera.

5 LINEE GUIDA PER LA GESTIONE AGRONOMICA DELLE COLTURE A DESTINAZIONE NON ALIMENTARE

5.1 Introduzione

Per il mondo agricolo lo sviluppo di nuove filiere a destinazione non alimentare (no-food) basate sulla coltivazione di specie di nuova introduzione o già conosciute ma destinate a nuove utilizzazioni, potrebbe rappresentare, nell'ottica di una crescente multifunzionalità dell'agricoltura, una reale soluzione alla difficile congiuntura economica che il settore primario sta vivendo a seguito della globalizzazione dei mercati e permetterebbe, se realizzata secondo modelli sostenibili, di migliorare la stabilità dei mercati di alcune commodities (mais, girasole e cereali vernini) e dei redditi agricoli.

Le materie prime ottenute dalle colture "dedicate", siano esse già conosciute o di nuova introduzione, non essendo destinate alla produzione di alimenti (colture no-food) sottintendono l'esistenza a valle del processo agricolo, di altre attività che le utilizzano per trasformarle e commercializzarne i prodotti finali; l'insieme di questi rapporti produttivi ed organizzativi viene comunemente chiamato "filiera".

La possibilità che il mondo agricolo partecipi a pieno titolo allo sviluppo di queste filiere produttive dipende quindi in larga misura dalla possibilità di definire un'organizzazione produttiva sostenibile dal punto di vista economico, agro-ambientale e sociale. Questo processo di definizione potrà svilupparsi in maniera "spontanea" seguendo principalmente le leggi del libero mercato oppure potrà essere "guidato" da scelte politiche orientate, dalle sempre più numerose evidenze scientifiche in campo ambientale, agronomico e tecnologico, alla salvaguardia dell'integrità dell'ambiente, delle comunità rurali e del loro territorio.

Dal punto di vista della sostenibilità agro-ambientale infatti, è indispensabile che lo sviluppo delle filiere agro-energetiche (sulla base di quanto già evidenziato per le colture tradizionali) tenga in debito conto dell'eventuale impatto che le filiere, nel loro insieme, possono determinare sull'ambiente. Questo potrebbe realizzarsi sia a livello "locale" (perdita di biodiversità, di fertilità del terreno e di gradevolezza del paesaggio) che "globale" (scarsa efficienza di utilizzazione dell'energia, bilancio negativo del carbonio, riduzione delle risorse non rinnovabili).

5.2 Indicazioni di carattere generale

Uno sviluppo non “guidato” delle filiere “no-food” potrebbe determinare una progressiva perdita di biodiversità a livello territoriale per il predominare di quelle specie particolarmente idonee (dal punto di vista tecnico, agronomico ed economico) alla produzione di trasformati ad utilizzazione industriale. In relazione alla redditività delle diverse colture utilizzabili si potrebbe anche ipotizzare l'avvento di nuove, nefaste monosuccessioni di specie a destinazione industriale che potrebbero nuocere alla fertilità dei terreni, alla stabilità dei sistemi agricoli ed alla gradevolezza del paesaggio, specialmente laddove si volessero introdurre specie non tipicamente inserite nel paesaggio rurale.

Sarebbe quindi opportuno che si individuassero più specie in grado di fornire prodotti omologhi (p.e., girasole e colza per la produzione di oli) da inserire in avvicendamenti culturali sufficientemente diversificati. Ciò potrebbe tradursi in un vantaggio per la filiera considerata anche dal punto di vista organizzativo e logistico in quanto riduce la difficoltà di stoccaggio e trasporto di ingenti quantità di biomasse in un periodo di tempo abbastanza circoscritto, corrispondente all'epoca di raccolta della specie considerata.

La differenziazione delle specie coltivate a scopi non alimentari dovrebbe, di contro, essere stimolata dallo sviluppo preferenziale di impianti di trasformazione di piccole dimensioni ed in grado di utilizzare materie prima di natura diversa. Dalla capacità lavorativa dell'impianto di trasformazione dipende infatti la superficie agricola asservita alla produzione di biomasse da destinare all'impianto stesso e di conseguenza l'entità dell'impatto sul territorio che le colture dedicate (spesso mai coltivate nei nostri ambienti) potrebbero determinare sugli agroecosistemi, sul paesaggio e sulla popolazione.

Il mantenimento di una adeguata biodiversità nell'ambito dei sistemi agricoli completamente destinati a produzioni industriali e l'incremento del valore aggiunto delle colture dedicate potrebbero essere perseguito anche attraverso l'integrazione di filiere diverse sullo stesso territorio e l'utilizzazione integrale delle produzioni dedicate. Nel caso degli oli vegetali destinabili alla trasformazione in biolubrificanti o utilizzabili tal quali (previa rettifica) per la produzione di energia, per esempio, i pannelli proteici residui dal processo di disoleazione dei semi, potrebbero trovare collocazione come materia prima nel settore dei mangimi di qualità (soprattutto se la disoleazione è avvenuta per pressione), della produzione di sostanze ad attività biocida da impiegare in agricoltura in alternativa ai pesticidi di sintesi e nell'industria dei fertilizzanti organici anche destinabili all'agricoltura biologica.

Un altro possibile impatto sull'ambiente che le colture base delle filiere “no-food” potrebbero determinare è rappresentato dalla perdita di fertilità di quei terreni coltivati a specie da biomassa per i quali non si è posta particolare attenzione al bilancio del carbonio a livello aziendale. La fertilità del terreno è infatti strettamente correlata al suo contenuto in carbonio organico (che rappresenta quasi la totalità del C in esso presente) più comunemente noto come “sostanza organica del terreno”. Conservare la sostanza organica di un terreno significa quindi conservare il carbonio organico in esso presente mantenendo in pareggio le quantità di C apportate al sistema con quelle in uscita dallo stesso. Mentre le quantità in uscita (C sottoforma di CO₂ derivante dai processi di mineralizzazione) possono ritenersi condizionate in misura prevalente dall'ambiente e più debolmente dalle scelte dell'agricoltore, le quantità di apporti (rappresentati dal C organico presente nella biomassa dei residui colturali, delle deiezioni animali e nei fertilizzanti organici) dipende principalmente dal tipo di gestione agricola e secondariamente dall'ambiente. Nell'agricoltura moderna molto spesso il bilancio tra quantità di C in entrata ed in uscita tende ad essere negativo ed a condurre, nel lungo periodo, ad una perdita di fertilità che potrebbe compromettere la capacità produttiva del

LINEE GUIDA PER LA GESTIONE AGRONOMICA DELLE COLTURE A DESTINAZIONE NON ALIMENTARE

terreno agricolo. La ragione di questa tendenza risiede nell'accelerazione che i sistemi agricoli intensivi hanno prodotto sui consumi di sostanza organica ma, soprattutto, nella scarsa attenzione posta dagli agricoltori nel reintegro dei residui colturali e nell'apporto al sistema di sostanza organica di diversa origine (letame, sovesci, fertilizzanti organici). Se questo tipo di problema agro-ambientale è stato percepito e studiato nei sistemi agricoli "food" che in genere asportano dal "sistema" azienda soltanto la parte del carbonio organico contenuto nella frazione utile delle colture (dal 50% al 30% del totale nel caso dei cereali e delle oleaginose), è legittimo avanzare qualche perplessità sulla capacità di conservazione del carbonio delle colture da biomassa che vengono totalmente asportate dall'azienda in fase di raccolta (tabella 1 vs tabella 2). In quest'ottica, particolarmente preoccupanti risulterebbero, colture come il sorgo, il mais, il discanto, la canna comune destinate alla produzione di energia mentre nel caso delle specie da SRF parte del carbonio organico tornerebbe al sistema attraverso la lettiera di foglie; decisamente meno preoccupanti sarebbero invece le colture oleaginose delle quali si utilizza soltanto la granella e quindi garantiscono comunque un significativo apporto al terreno di residui (peraltro di buona qualità).

Nelle tabelle 1 e 2 sono riportati due semplici esempi di bilancio del carbonio in un'azienda di 60 ettari a destinazione cerealicola-mercantile (che provvede ad interrare sistematicamente i residui colturali delle specie in avvicendamento) e della stessa una volta "convertita" alla produzione di biomasse da destinare alla produzione di energia e che quindi prevede l'asportazione dei residui dei 2/3 delle colture in avvicendamento (mais e sorgo).

Queste semplici considerazioni ed i risultati delle analisi riportate in tabella 5.1 e 5.2, suggeriscono l'utilità, anche allo scopo di conservare un adeguato tasso di sostanza organica, di variare quanto più possibile l'avvicendamento delle colture no-food ponendo particolare attenzione al bilancio della sostanza organica.

	apporti di biomassa(q/ha)	ha	S.S. (%)	K1	humus (q/ha)	resa in humus
Apporti di S.O. nell'azienda (q di humus/anno)						
A favino da granella	35.0	20.0	100.0	0.25	8.8	175
B mais granella	130.0	20.0	100.0	0.10	13.0	260
C frumento duro	70.0	20.0	100.0	0.15	10.5	210
apporti di S.O. nell'azienda (q di humus/anno)						645
Perdite di S.O. nell'azienda (q di humus/anno)						
densità apparente		1.3				
tasso S.O. 1.5%		0.015				
K2 1.8%		0.018				
peso terreno (q/ha)		39000				
peso S.O. (q/ha)		585				
perdita S.O. (q/ha/anno)		10.53				
perdite S.O. nell'azienda (q di humus/anno)						632
DIFFERENZA APPORTI - PERDITE (q di humus/anno)						13
si stima una produzione di biomassa di 50 q/ha di s.s.						
A	si stima una produzione di radici pari al 15% dell'intera biomassa			50	q/ha =	7.5
	si stima una produzione di residui pari al 55% dell'intera biomassa			50	q/ha =	27.5
						35.0
si stima una produzione di biomassa di 200 q/ha						
B	si stima una produzione di radici pari al 15% dell'intera biomassa			200	q/ha =	30.0
	si stima una produzione di residui pari al 50% dell'intera biomassa			200	q/ha =	100.0
						130.0
si stima una produzione di biomassa di 100 q/ha di s.s.						
C	si stima una produzione di radici pari al 15% dell'intera biomassa			100	q/ha =	15.0
	si stima una produzione di paglie pari al 55% dell'intera biomassa			100	q/ha =	55.0
						70.0

Tabella 5.1 - Bilancio della sostanza organica di un'azienda cerealicola di 60 ha

LINEE GUIDA PER LA GESTIONE AGRONOMICA DELLE COLTURE A DESTINAZIONE NON ALIMENTARE

	apporti di biomassa(q/ha)	ha	S.S. (%)	K1	humus (q/ha)	resa in humus
Apporti di S.O. nell'azienda (q di humus/anno)						
A arundo donax	45.0	20.0	100.0	0.15	6.8	135
B sorgo	42.0	20.0	100.0	0.15	6.3	126
C girasole	50.1	20.0	100.0	0.15	7.5	150
apporti di S.O. nell'azienda (q di humus/anno)						411
Perdite di S.O. nell'azienda (q di humus/anno)						
densità apparente	1.3					
tasso S.O. 1.5%	0.015					
K2 1.7%	0.017					
peso terreno (q/ha)	39000					
peso S.O. (q/ha)	585					
perdita S.O. (q/ha/anno)	9.945					
perdite S.O. nell'azienda (q di humus/anno)						597
DIFFERENZA APPORTI - PERDITE (q di humus/anno)						-185
A si stima una produzione di biomassa di 300 q/ha di s.s.						
si stima una produzione di radici pari al 15% dell'intera biomassa			300	q/ha =	45.0	
						45.0
B si stima una produzione di biomassa di 280 q/ha						
si stima una produzione di radici pari al 15% dell'intera biomassa			280	q/ha =	42.0	
						0.0
						42.0
C si stima una produzione di biomassa di 65 q/ha di s.s.						
si stima una produzione di radici pari al 15% dell'intera biomass (25+40)			65	q/ha =	9.8	
si stima una produzione di residui pari al 62% dell'intera biomassa			65	q/ha =	40.3	
						50.1

Tabella 5.2 - Bilancio della sostanza organica di un'azienda agro-energetica di 60 ha

In termini più strettamente ambientali, la chiusura del bilancio del carbonio con un saldo positivo a favore delle entrate di C nel sistema, corrisponde alla capacità del sistema stesso di “sequestrare” il C atmosferico (CO₂) sottoforma di sostanza organica contribuendo così a ridurre l'effetto serra.

Un ultimo, ma non per questo meno trascurabile, aspetto della sostenibilità agro-ambientale delle filiere no-food è rappresentato dal “costo energetico” dei diversi processi necessari per ottenere il prodotto in uscita dalla filiera. Infatti, affinché una filiera non-alimentare possa essere considerata sostenibile, è necessario verificare che la quantità di energia immessa nelle diverse fasi della filiera (agricola, di trasformazione, di commercializzazione, ecc.) non sia superiore a quella fornita dal prodotto e dai sottoprodotti in uscita dalla filiera stessa.

Nel calcolo dell'energia immessa si possono considerare gli “input” energetici diretti (rappresentati dai carburanti e dai lubrificanti direttamente utilizzati nelle varie operazioni che caratterizzano le diverse fasi della filiera) e gli “input” indiretti (ovvero l'energia utilizzata per la produzione dei mezzi tecnici utilizzati nel processo produttivo).

Dalla tabella 3, che riporta un esempio di bilancio energetico per la filiera biodiesel da olio di girasole, appare evidente che la maggiore quota di energia immessa nella filiera è a carico della fase di produzione agricola. In questo esempio il processo produttivo primario assorbirebbe circa il 65% dell'energia complessivamente richiesta dalla filiera, ma in altri casi l'incidenza della fase agricola può salire anche fino al 90%; da qui la necessità di “tarare” adeguatamente gli input tecnici che caratterizzano il processo produttivo.

LINEE GUIDA PER LA GESTIONE AGRONOMICA DELLE COLTURE A DESTINAZIONE NON ALIMENTARE

TIPOLOGIA INPUT	DIRETTI (MJ/ha)	INDIRETTI (MJ/ha)	TOTALI (MJ/ha)
FASE AGRICOLA			
Meccanizzazione:			
Lavorazione terreno	2 658	445	3 102
Semina	473	75	547
Fertilizzazione	456	35	491
Diserbo	179	39	219
Sarchiatura	626	77	703
Raccolta	1 045	174	1 219
TOTALE	5 437	845	6 281
Sementi			
Fertilizzanti:			
Azoto		9 036	9 036
Fosforo		1 134	1 134
TOTALE		10 170	10 170
Erbicidi		183	183
TOTALE FASE AGRICOLA	5 437	11 415	16 852
FASE INDUSTRIALE			
Triturazione Trans-esterificazione			
Energia			
<i>Gas</i>	2 050	780	2 830
<i>Elettricità</i>	1 674	892	2 566
Prodotti consumo			
<i>esano</i>	50		
<i>metanolo</i>		3 098	3 098
Impianti			
<i>energia associata</i>	100	94	194
TOTALE FASE INDUSTRIALE	3 874	4 864	8 738
TRASPORTI			
tragitto campo-impianto su strada (2MJ/t/km)	100 km		400
Impianto-deposito su ferrovia (0.4MJ/t/km)	100 km		80
TOTALE TRASPORTI			480
TOTALE : INPUT			26 070
OUTPUT: biodiesel			28 424
Resa in biodiesel Equivalente energetico (t.ha ⁻¹) (MJ.t ⁻¹)			
0.80 35 530			

Tabella 5.3 - Esempio del bilancio energetico per la filiera biodiesel da olio di girasole

Tra gli aspetti dell'agrotecnica delle colture (destinate o meno ad alimentare filiere no - food) il comparto delle lavorazioni del terreno per un verso e quello della fertilizzazione azotata per l'altro, determinano il maggiore consumo di energia nell'ambito della fase agricola. Mentre le lavorazioni del terreno incidono prevalentemente in termini di input diretti, la fertilizzazione azotata risulta la voce energeticamente più rilevante a seguito degli elevati input indiretti relativi all'industria chimica dell'azotofissazione. L'impiego intensivo delle macchine agricole ed in particolare il ricorso all'aratura profonda insieme all'impiego sia pure razionale ma massiccio dei fertilizzanti azotati, determinano un elevato impiego di input che a stento viene pareggiato, dal punto di vista energetico, dal prodotto principale della filiera. Nell'esempio riportato in tabella 3 il rapporto tra quantità di energia in uscita dal sistema (output) ed energia immessa (input) risulta di poco superiore a 1 (1.09), rapporto decisamente insoddisfacente visto che a questo livello è sufficiente una leggera flessione delle produzioni agricole per rendere il bilancio negativo.

Il raggiungimento di rapporti output/input più soddisfacenti (intorno a 2 o più) può essere ottenuto attraverso la riduzione degli input (principalmente quelli agricoli, vista la loro incidenza sugli input complessivamente utilizzati dalla filiera) e/o attraverso l'incremento degli output (considerando nel computo del bilancio energetico anche i sottoprodotti e i residui colturali). In tabella 4 si riportano le variazioni del rapporto output/input a seguito (B) dell'adozione di un sistema agricolo caratterizzato da un minore impiego dei mezzi

LINEE GUIDA PER LA GESTIONE AGRONOMICA DELLE COLTURE A DESTINAZIONE NON ALIMENTARE

tecniche (sistema estensivo), rispetto al sistema intensivo ipotizzato come riferimento (A); del computo, nel calcolo degli output, dei pannelli proteici ottenuti dalla disoleazione dei semi di girasole (C), del computo dell’energia contenuta nei residui colturali rilasciati in campo dopo la raccolta del girasole (D).

A	OUTPUT: biodiesel 28 424 Resa in biodiesel (t.ha ⁻¹) (MJ.t ⁻¹) 0.80 35 530	INPUT (sist.intensivo) 26 070 OUTPUT/INPUT 1.09
B	OUTPUT: biodiesel 28 424 Resa in biodiesel (t.ha ⁻¹) (MJ.t ⁻¹) 0.80 35530	INPUT (sist.estensivo) 22 540 OUTPUT/INPUT 1.26
C	+OUTPUT: farine 21 340 Resa in pannello (t.ha ⁻¹) (MJ.t ⁻¹) 1.10 19400	INPUT (sist.estensivo) 22 540 OUTPUT/INPUT 2.21
D	+OUTPUT: residui 38 000 Resa in residui (t.ha ⁻¹) (MJ.t ⁻¹) 4.00 9500	INPUT (sist.estensivo) 22 540 OUTPUT/INPUT 3.89

Tabella 5.4 – Influenza del tipo di sistema produttivo e dalla valorizzazione dei “sottoprodotti” della filiera sul bilancio energetico della filiera biodiesel da girasole

5.3 Indicazioni di carattere tecnico

Sulla base delle considerazioni di cui sopra, il mondo agricolo nel suo complesso, dai ricercatori agli operatori, dovrebbe prendere in debita considerazione gli aspetti energetici connessi alla fase di produzione agricola nel momento che si dovesse affrontare la coltivazione di specie ad uso energetico o non alimentare su vasta scala e tentare quindi di ridefinire, per ciascuna coltura, una specifica tecnica di coltivazione a “basso impiego di input”.

Molti studi sono già stati condotti in passato su questa tematica, mirati soprattutto alla riduzione dell'impatto ambientale dell'agricoltura, interessando colture industriali e cereali sia estivi che invernali. Sulla base di questi studi e delle sempre più numerose esperienze aziendali è possibile tracciare alcune indicazioni di massima che già oggi consentirebbero di ottimizzare l'impiego dell'energia nell'ambito delle filiere “no-food” e, conseguentemente di contenere i costi di produzione delle materie prime di origine agricola.

Di seguito si riportano alcune indicazioni di carattere tecnico che potrebbero essere utili in fase di definizione di “sistemi low-input” per colture a destinazione industriale, non alimentare, che comunque dovranno essere ulteriormente “tarati” in funzione dell'ambiente di coltivazione, delle specie coltivate e della tipologia dell'impresa agricola.

Scelta varietale - I criteri da adottare in fase di scelta delle varietà e degli ibridi dovranno tenere in particolare considerazione la capacità e la stabilità produttiva del genotipo, gli aspetti qualitativi della produzione (diversi in relazione alla destinazione del prodotto), la resistenza dei genotipi alle principali avversità tipiche della specie (che permetterebbe di ridurre gli input connessi ad eventuali trattamenti fungicidi ed/o insetticidi). Attualmente non sono state ancora registrate varietà o ibridi specificamente selezionati per usi industriali ma il mondo della ricerca genetica ha già pronti genotipi da iscrivere al registro nazionale.

Tecniche di preparazione del terreno – Laddove la rinuncia all'aratura profonda o a media profondità non determinasse particolari problemi di ordine maleribologico, sarebbe auspicabile la sua sostituzione con tecniche più semplificate in grado di ridurre drasticamente tempi di lavoro e consumi di carburante. Tra le numerose soluzioni tecniche adottabili, la discissura a 30-40 cm di profondità è risultata particolarmente rispondente per le specie a radice profonda come il girasole e anche per specie a ciclo autunno-vernino come la colza. Nel primo caso l'azione dirompente sulla massa terrosa prodotta dalle discissure estive facilita l'approfondimento dell'apparato radicale del girasole mentre, nel secondo caso, l'assenza di sole di lavorazione migliora, durante l'autunno-inverno, l'infiltrazione delle acque di pioggia evitando quei ristagni idrici superficiali o sottosuperficiali che rappresentano uno dei principali fattori limitanti la produttività del colza e di altre brassicacee. Il ricorso alla discissura potrebbe determinare risparmi del 60-65% dei tempi di lavoro e dei consumi di carburante rispetto ad una aratura eseguita alla stessa profondità.

Soluzioni più radicali come la “lavorazione minima” o la “non-lavorazione” del terreno pur determinando contrazioni dell'ordine del 80-95% dei costi energetici, non sempre risultano agronomicamente soddisfacenti, soprattutto per colture con apparato radicale profondo e di grosse dimensioni come quello del girasole.

In fase di preparazione del letto di semina, al fine di preservare la struttura del terreno e contenerne il compattamento prodotto dal transito delle trattrici sugli appezzamenti, sono da escludere interventi troppo numerosi e “energetici”; a questo scopo è consigliabile l'uso di operatrici con elevata larghezza di lavoro e trattrici equipaggiate con ruote gemellate e/o pneumatici a larga sezione.

Fertilizzazione - L'obiettivo di sistemi colturali a basso impiego di input esterni è quello di commisurare gli apporti e le epoche di distribuzione dei fertilizzanti ai reali fabbisogni delle

LINEE GUIDA PER LA GESTIONE AGRONOMICA DELLE COLTURE A DESTINAZIONE NON ALIMENTARE

colture senza incorrere in sovradosaggi o in eccessive semplificazioni che potrebbero pregiudicare, nel lungo periodo, la fertilità chimica dei terreni. Per una corretta gestione della concimazione occorre quindi predisporre un piano di fertilizzazione che dovrà indicare (a partire dalle caratteristiche ambientali del sito di coltivazione, dai fabbisogni delle colture, dal tipo di avvicendamento e dalla precessione colturale) le dosi dei fertilizzanti e le modalità di distribuzione relative non soltanto alla coltura interessata ma anche alle altre specie in avvicendamento al fine di sviluppare economie di scala soprattutto per quanto riguarda l'azoto.

Per contribuire a migliorare il bilancio del carbonio a livello aziendale anche attraverso la pratica della fertilizzazione, sarebbe opportuno non escludere a priori l'uso di fertilizzanti organici che nel lungo periodo potrebbero contribuire a migliorare l'assorbimento di nutrienti poco mobili come il fosforo e ad apportare significative quantità di C organico.

Per quanto riguarda la gestione dell'azoto, che ricopre particolare importanza dal punto di vista agronomico, ambientale ed energetico ¹ è opportuno stabilire il fabbisogno delle colture in avvicendamento sulla base delle asportazioni unitarie e della resa attesa, e quindi effettuare decurtazioni o incrementi del livello di azoto così calcolato in relazione alla precessione colturale.

Nel caso della concimazione fosfatica, il fabbisogno della coltura potrà essere stimato in base alla disponibilità di questo nutriente nel terreno desunta dalle analisi chimiche; in terreni scarsamente dotati, per il calcolo del fabbisogno di anidride fosforica, si farà riferimento alle asportazioni unitarie relative all'intera biomassa producibile dalla coltura ed alla resa attesa; in terreni mediamente dotati e ben dotati, si potrà fare riferimento alle asportazioni unitarie relative alla sola porzione utile della produzione (granella, radici, ecc.) ed alla resa attesa. Ai valori così calcolati saranno applicati coefficienti moltiplicativi in relazione al pH del terreno che tengano conto dell'eventuale quota di immobilizzazione del fosforo nel terreno.

Per quanto attiene alla concimazione potassica, il fabbisogno della coltura potrà essere stimato sulla base delle asportazioni unitarie relative alla sola porzione utile della produzione (granella, radici, ecc.) e della resa attesa, indipendentemente dalla disponibilità di potassa nel terreno; l'interramento dei residui colturali, o la distribuzione del letame prodotto nelle aziende zootecniche che utilizzano i residui per la formazione della lettiera, consente infatti il reintegro della quasi totalità delle quantità asportate dalla porzione non utilizzata della coltura.

Nel complesso occorre ricordare che la sostituzione dei fertilizzanti di sintesi con altri di natura organica di provenienza aziendale (letame, sovesci) o extra-aziendale (sottoprodotti di origine animale o vegetale, compost) per alcune colture scarsamente esigenti potrebbe rappresentare una valida strategia per il contenimento dei costi, dell'energia immessa nel processo produttivo e per la conservazione della fertilità del terreno.

Irrigazione - Al fine di contenere l'impiego dell'energia nell'ambito dei processi produttivi primari, l'irrigazione dovrebbe essere esclusa dal novero delle pratiche agronomiche destinabili alle colture a destinazione non alimentare. Nei moderni sistemi agricoli, la captazione, distribuzione e gestione aziendale dell'acqua irrigua sottintendono infatti un impiego costante di energia e quindi anche un costo aziendale talvolta significativo che non troverebbe comunque un corrispondente nel valore delle produzioni. Se a queste considerazioni si somma, per la ormai evidente limitatezza di questa risorsa, la necessità di utilizzare l'irrigazione soltanto o prevalentemente, per quelle produzioni più "nobili" e più

¹ Dal punto di vista agronomico, l'azoto è tra i tre macronutrienti (N-P-K) quello che condiziona maggiormente la produttività delle colture e quindi viene spesso utilizzato in quantità tendenzialmente superiori a quelle effettivamente necessarie; questo elemento è il più solubile dei tre e quindi più facilmente trasportabile dai flussi di acqua sia in profondità che in superficie; dal punto di vista energetico la sintesi industriale dei fertilizzanti azotati risulta particolarmente onerosa dal punto di vista energetico.

remunerative (ortaggi, frutta, allevamenti), risulta chiara la necessità, nel contesto delle colture no-food, di dover rinunciare all’acqua di irrigazione.

5.4 Conclusioni

Mentre gli studi relativi agli aspetti tecnici connessi alla realizzazione delle filiere no-food si stanno sviluppando rapidamente già da qualche anno, il quadro legislativo a supporto dello sviluppo di queste filiere risulta ancora incerto, lacunoso ed a tratti contraddittorio al punto da rallentare o impedire l’affermarsi di queste filiere a livello nazionale.

Occorre quindi fornire al mondo politico chiare e semplici indicazioni utili ad attivare e sostenere filiere agro-energetiche sostenibili. Il supporto al mondo politico dovrebbe estendersi anche alla fase di programmazione dello sviluppo di dette filiere a livello territoriale facendo, in questo caso, particolare attenzione a non vincolare eccessivamente il territorio a certi tipi di filiere in base alla sua vocazionalità (distretti energetici). Un uso distorto di questo criterio potrebbe infatti pregiudicare il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità sopra enunciati.

Da qui la necessità di sviluppare politiche a sostegno di filiere agro-energetiche che si realizzino su piccola scala e su base territoriale, cercando di superare gli interessi dei singoli attori della filiera attraverso “accordi di filiera” che mirino a produrre economie di scala (sui trasporti per esempio) ed a ripartire equamente su tutta la filiera il valore aggiunto prodotto dalla trasformazione delle biomasse in energia. Sotto questo aspetto, ove possibile, l’attivazione di filiere “corte”, che si possano realizzare anche a livello aziendale o consortile, svincolerebbero i produttori dalla necessità di stipulare difficili accordi con il mondo dell’industria di trasformazione e commercializzazione e potrebbero rappresentare una soluzione praticabile a breve (vedi filiera olio tal quale per la produzione di energia termica e/o elettrica) o medio termine (impiego dell’olio t.q. nell’autotrazione).

Dal punto di vista agronomico, lo sviluppo sostenibile delle filiere “no-food” dovrebbe prevedere l’introduzione “ragionata” delle nuove colture o delle specie a nuova destinazione, attraverso analisi agro-ambientali a livello locale (impatto ambientale, sociale, paesaggistico ed economico delle filiere attivabili sul territorio, dimensione della filiera e degli impianti).

6 SPERIMENTAZIONE IN FASE INDUSTRIALE

Nell'ambito delle attività previste nel progetto è stata sviluppata una fase sperimentale in scala industriale con lo scopo di:

- raccogliere, validare ed integrare dei risultati della sperimentazione svolta in passato, nell'ambito di un progetto regionale, sull'utilizzo di biolubrificanti di origine vegetale in ambito tessile;
- effettuare ricerche a livello aziendale sulla rispondenza tecnologica degli oleanti di origine vegetale su materiale di diversa composizione.

Lo studio si è articolato secondo le seguenti fasi.

Fase 1	Sviluppo del formulato alto oleico
Fase 2	Prove di screening su carda in scala ridotta
Fase 3	Prove in scala industriale
Fase 4	Raccolta dati

Tabella 6.1 – Fasi di lavoro

Le prove eseguite in fase industriale sono state realizzate presso DRAPLANE spa, sotto il coordinamento e la supervisione del capofila del progetto.

6.1 Sviluppo del formulato alto oleico

Il lavoro relativo a questa fase della ricerca è stato svolto da Houghton Italia s.p.a in collaborazione con Draplane spa, sub-contrattenti del capofila del progetto.

A partire dalla formulazione utilizzata in una precedente sperimentazione è stato formulato l'oleante utilizzato nella fase di cardatura in sostituzione agli oleanti tradizionali di sintesi.

La nuova formulazione è stata messa a punto con lo scopo di arrivare alla definizione di un prodotto che contiene la quantità minima di olio di girasole necessaria a garantire una lubrificazione ottimale, comparabile a quella ottenuta con oleanti sintetici tradizionali, in modo da ridurre i costi e renderlo economicamente competitivo.

La fase di sviluppo e formulazione dell'oleante vegetale si è articolata secondo le seguenti fasi:

1. dal formulato a base di girasole alto oleico raffinato è stato sviluppato un formulato con aggiunta di tensioattivi, eco-compatibili ed esenti da nonilfenolo etossilato, tale da poter essere diluito e successivamente nebulizzato sul fiocco da cardare per garantire la necessaria lubrificazione. Sono stati compiuti solo parziali aggiustamenti rispetto al formulato originale sia per quanto riguarda la quantità di olio di girasole, per non peggiorarne il potere lubrificante dal momento che la percentuale di acqua era già piuttosto elevata, sia per quanto riguarda il pacchetto di additivi poiché il "peso" in termini economici del gruppo di additivi non è molto rilevante.
2. sulla base di prove teoriche (analisi delle schede tecniche e di sicurezza dei prodotti a base minerale presenti sul mercato) è stata accertata la fattibilità teorica delle prove anche per la filatura di lana pettinata;
3. sono stati prodotti dalla Houghton Italia spa 1000 kg di olio riformulato secondo quanto sopra riportato per lo svolgimento delle prove (fase successiva).

6.2 Prove di screening su carda in scala ridotta

Le prime prove effettuate hanno avuto lo scopo di definire le caratteristiche del prodotto ottenuto in fase di cardatura testando su diverse tipologie di miste un oleante di sintesi tradizionale e uno ottenuto con il formulato prodotto nella fase precedente.

Le prove sono state effettuate su un carda in scala ridotta rispetto a quelle di utilizzo in fase industriale che viene di norma impiegata nella preparazione di campioni da proporre al committente per testarne caratteristiche qualitative e di colore in funzione della composizione della mista preparata.

Le prove effettuate in questa fase hanno avuto essenzialmente lo scopo di individuare due/tre miste su cui effettuare una sperimentazione a più ampia scala con utilizzo dei macchinari che vengono normalmente impiegati nella produzione tradizionale.

Le prove si sono articolate nei seguenti steps:

- preparazione della mista;
- unzione tramite manipolazione dell'operatore;
- cardatura;
- valutazione qualitativa del prodotto ottenuto (untuosità, compattezza, odore, ecc.);
- pesatura del prodotto in uscita e determinazione del "calo" (perdita) di materiale verificatosi.

Rispetto alla fase industriale vera e propria la sperimentazione è stata effettuata con alcune differenze fondamentali:

- l'unzione della mista, viste le quantità ridotte e la scala ridotta del macchinario, è avvenuta tramite manipolazione da parte dell'operatore. Nella fase industriale tale operazione viene eseguita in maniera automatizzata con l'utilizzo di un macchinario automatizzato che provvede a spruzzare ed ad amalgamare l'oleante sul prodotto in entrata;
- la mista unta dall'operatore non è stata messa a riposo, come avviene nella fase industriale (1-2 giorni), per permettere al prodotto di meglio assorbire l'olio;
- nell'operazione di unzione manca l'applicazione di antistatico, che generalmente viene effettuata in scala produttiva (0,5 -1%).

Le prove effettuate nell'arco di diverse giornate sono state in totale 6.

La prima serie di prove è stata svolta su una stessa mista (100 g) composta per il 70% da lana vergine e per il 30% da viscosa. Campioni della stessa mista sono stati sottoposti ad unzione da parte dell'operatore prima con l'oleante tradizionale e successivamente con oleante a base vegetale.

Le percentuali di oleante utilizzato sono state:

- il 6 % del peso della mista da cardare per le prime due prove (oleante tradizionale ed oleante vegetale);
- il 4% del peso della mista da cardare per la terza prova (solo oleante vegetale).

Si è scelto di partire con una percentuale di olio pari al 6% poiché questo è generalmente il quantitativo di composto tradizionale utilizzato in produzione in scala reale. Successivamente, visti i risultati della sperimentazione precedente (anche se su materiale diverso) che indicavano una maggiore capacità di lubrificazione da parte del formulato a base vegetale, si è deciso di testarne un quantitativo minore (4%).

La prima prova ha evidenziato, secondo il giudizio dell'operatore, in entrambi i casi (oleante tradizionale e oleante vegetale):

- buona qualità del prodotto;
- buona lubrificazione;
- bassa perdita di materiale;

SPERIMENTAZIONE IN FASE INDUSTRIALE

- assenza di odori o colorazioni della mista.

La seconda prova ha evidenziato, rispetto alla prova precedente:

- qualità leggermente inferiore del prodotto (minor apertura delle fibre);
- minore lubrificazione;
- maggiore perdita di materiale;
- assenza di odori o colorazioni della mista.

La seconda serie di prove è stata effettuata su una mista di diversa composizione (75% lana rigenerata da indumenti usati e 25% poliestere). Il quantitativo di prodotto testato in questo caso è stato di 200 g totali. Campioni della stessa mista sono stati sottoposti ad unzione da parte dell'operatore con l'oleante a base vegetale utilizzato in percentuali e rapporti di diluizione diversi.

Le percentuali di oleante utilizzato sono state:

- il 4 % con rapporto di diluizione con acqua di 1/2;
- il 5% con rapporto di diluizione con acqua di 1/2;
- il 6% con rapporto di diluizione con acqua di 3/5.

Il materiale prodotto nella prima prova è stato giudicato dall'operatore troppo secco e con notevole calo di materiale.

Con la seconda prova invece il materiale è risultato di qualità migliore (fibre maggiormente aperte – migliore cardatura) più lubrificato rispetto alla prima e con un'unzione soddisfacente; il calo di materiale è stato nettamente inferiore.

La terza prova ha mostrato risultati del tutto simili a quelli della prova precedente.

6.3 Prove in scala industriale

Il processo a cui viene sottoposto il materiale può essere suddiviso in tre sottofasi:

- Preparazione della mista;
- Produzione del tessuto;
- Rifinizione;

ciascuna delle quali a sua volta è composta di più lavorazioni.

Le fasi del processo a cui il materiale è sottoposto sono riassunte nella figura seguente.

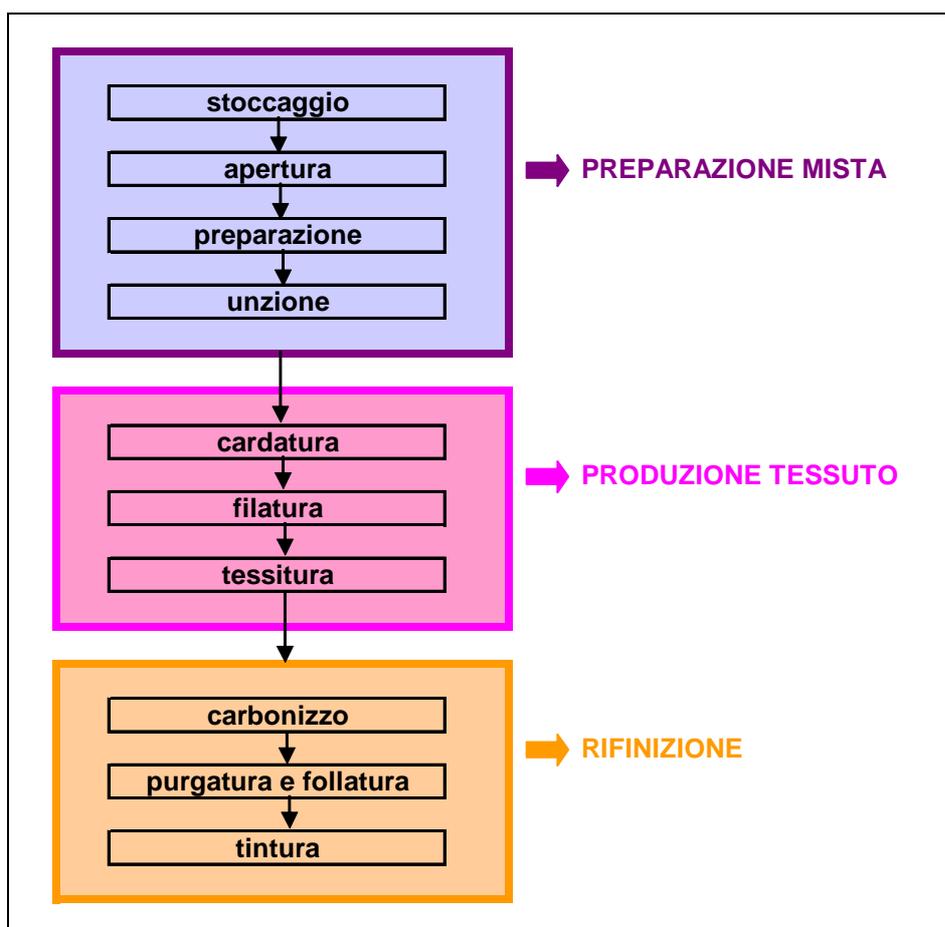


Figura 6.1 - Fasi del processo produttivo

1. PREPARAZIONE MISTA

La fase di preparazione della mista consiste nelle fasi di processo descritte di seguito.

Stoccaggio

La materia prima arriva all'impianto sotto forma di balle e viene depositata in aree appositamente predisposte tramite l'impiego di muletti per il trasporto. Pertanto, in questa fase vi è esclusivamente il consumo elettrico dei suddetti macchinari.

Apertura

Le balle contenenti la materia prima vengono successivamente aperte tramite l'utilizzo di appositi macchinari (apriballe). Anche in questa fase vi è esclusivamente il consumo elettrico di tali macchinari.

Preparazione

La fase di preparazione vera è propria è costituita dalla composizione delle varie materie prime nelle percentuali e tipologie necessarie a raggiungere il risultato voluto. L'operazione comprende il trasporto del materiale dalla zona di stoccaggio alla zona di lavorazione e varie altre lavorazioni come l'apertura del fiocco che consente di raggiungere migliori risultati nelle fasi finali. I consumi sono costituiti da essenzialmente da elettricità necessaria all'automatizzazione delle varie operazioni.

Unzione

Il formulato diluito in acqua viene nebulizzato sulla mista preparata in precedenza. L'operazione viene eseguita attraverso un apposito macchinario in maniera automatica.

Completata questa operazione, la lana impregnata di lubrificante viene lasciata circa 48 ore ad asciugare all'aria in un box.

I consumi relativi a questa fase consistono nel consumo elettrico del macchinario. Vi è inoltre l'impiego, come materie prime di oleante ed acqua.

2. PRODUZIONE TESSUTO

Cardatura

La cardatura viene eseguita attraverso una serie di passaggi (fino a tre) eseguiti da una apposita macchina (carda) con lo scopo di dare un'unica direzione alle fibre della lana grezza, attraverso l'ausilio di pettini e sostanze oleanti. Con la cardatura dalla lana grezza si ottiene un filo non ancora resistente che viene comunque arrocchettato allo scopo di prepararlo per la filatura.

Filatura

Questa fase ha lo scopo di conferire maggiore resistenza al filo. Lo stoppino prodotto nella fase precedente diventa dopo la lavorazione filato.

Stoccaggio

Le rocche di filo ancora impregnate d'olio, prima di procedere alla tessitura, vengono tenute per circa un mese in magazzino. Entra così in gioco anche il problema dell'eventuale decadimento della componente organica del prodotto.

Tessitura

Durante questa fase il contenuto di olio rimane costante

3. RIFINIZIONE

Carbonizzo

Trattamento che viene fatto sul tessuto grezzo attraverso un bagno acido (acido solforico) per togliere le eventuali componenti vegetali dal tessuto. E' positivo il fatto che in questa fase un'alta percentuale dell'olio di girasole venga rimossa grazie ai componenti vegetali del prodotto.

Follatura e purgatura

Il tessuto viene trattato con detergenti fenolici allo scopo di rimuovere completamente l'olio rimasto.

Tintura

Le sostanze emulsionanti hanno doppio scopo, quella di rendere stabile la miscela di olio quando viene applicata in fase di cardatura e quello di permettere, nella fase successiva, l'asporto dell'olio dal tessuto.

Durante l'asciugatura delle pezze emerge il problema delle emissioni gassose in atmosfera anche se l'impianto prevede un sistema di lavaggio fumi. Le emissioni prodotte vengono fatte passare attraverso torri di abbattimento (palline in soluzione con tensioattivi); in questo modo avviene il lavaggio dei fumi. Oltre al problema delle emissioni vi è anche quello dello smaltimento degli esausti.

Le prove in scala industriale sono state svolte a più riprese durante tutto lo svolgimento del progetto consentendo in tal modo di modularle sulla base dei risultati di volta in volta ottenuti. Complessivamente le prove hanno riguardato 20 partite di mista di diversa composizione per un totale di 47.646 kg di prodotto che sono state realizzate per il 71% utilizzando il 4% di oleante rispetto al peso della mista in ingresso e per il 29% utilizzandone il 5%.

Nelle tabelle seguenti sono riassunti i dati principali di ciascuna delle prove effettuate.

DATA	07/11/05	
PARTITA	50197	
TIPO FILATO	lana - poliestere 7,5	
COLORE	bianco	
TITOLO Tp	7,5	
Nm	13125	
Quantità mista in ingresso	5457	kg
Composizione mista in ingresso		kg
terital fiocco bianco	1272	kg
mecc.semipett.bianco	980	
mecc.gabardine bianco natura	599	kg
mecc. stame binco natura	1365	kg
fila lana pett.bianco	871	kg
frasami	370	kg 7%
	5457	kg
Quantità oleante	273	kg 5%

SPERIMENTAZIONE IN FASE INDUSTRIALE

DATA	15/11/05	
PARTITA	50200	
TIPO FILATO	lana - poliestere 7,5	
COLORE	marone 100	
TITOLO Tp	7,5	
Nm	13100	
Quantità mista in ingresso	1981	kg
Composizione mista in ingresso		kg
terital fiocco nero t.p. natura	290	kg
terital fio. Verdone tinto sol.t.f.	97	
terital fio. Prugna tinto sol.t.f.	58	
terital fio. vino tin. sol.t.f.	19	
terital fio. Cacao tinto sol.t.f.	19	
mecc. Gab.marrone 100.tinto	677	kg
mecc. Pett.p.n. marrone tinto	155	
mecc. Pett.p.n. nero tinto	619	
frasami	47	kg 2%
	1981	kg
Quantità oleante	99	kg 5%

DATA	24/11/05	
PARTITA	50201	
TIPO FILATO	lana - poliestere 7,5	
COLORE	nero fantasia	
TITOLO Tp	7,5	
Nm	13100	
Quantità mista in ingresso	5115	kg
Composizione mista in ingresso		kg
terital fiocco nero t.p. natura	1272	kg
fila lana pett. nero tinto	927	kg
mecc. saie nero tinto	1557	kg
frasami nero tinto	240	kg 5%
frasami	27	kg 1%
mecc.pett.p.n. nero tinto	1092	kg
	5115	kg
Quantità oleante	256	kg 5%

SPERIMENTAZIONE IN FASE INDUSTRIALE

DATA	11/01/06	
PARTITA	60001	
TIPO FILATO	lana - poliestere 7,5	
COLORE	tirreno	
TITOLO Tp	7,5	
Nm	13100	
Quantità mista in ingresso	525	kg
Composizione mista in ingresso		kg
terital fio.verdone tinto sol.t.f	10	kg
terital fio.sol.tinto lavagna	25	kg
terital fio.bordo tinto sol.t.f.	5	kg
terital fio.tinto sol. T.f. pavone	85	kg
terital fio. Tinto. Sol. T.f. celeste b.	25	kg
lana slipe tinto.turchese	35	kg
mecc.gab.tirreno tinto	270	kg
mecc.saie bluette	45	kg
frasami	25	kg 5%
	525	kg
Quantità oleante	21	kg 4%

DATA	18/01/06	
PARTITA	60002	
TIPO FILATO	lana - poliestere 7,5	
COLORE	perla	
TITOLO Tp	7,5	
Nm	13100	
Quantità mista in ingresso	2769	kg
Composizione mista in ingresso		kg
terital fiocco bianco	681	kg
mecc.magl.lana bianco natura	354	kg
lana slipe bianco	191	kg
lana slipe imbiancata	136	kg
mecc.saie natura grigio medo chiaro	626	kg
mecc. stame perla natura	285	kg
lana slipe nero tinto	245	
mecc. Pett.panno nuovo perl natura	205	
frasami	46	2%
	2769	kg
Quantità oleante	110,76	kg 4%

SPERIMENTAZIONE IN FASE INDUSTRIALE

DATA	23/01/06	
PARTITA	60006	
TIPO FILATO	lana - poliestere 7,5	
COLORE	canapa	
TITOLO Tp	7,5	
Nm	13100	
Quantità mista in ingresso	682	kg
Composizione mista in ingresso		kg
terital fiocco bianco	130	kg
terital fiocco tinto solido t.f. grigio	7	kg
terital fiocco cammello tinto	34	kg
mecc. stame bianco natura	68	kg
mecc. Pett. Panno nuovo perla natura	204	kg
mecc.pett. P.n. tinto.cammello	116	kg
mecc.magl.lana cammello medo tinto	68	
lana slipe camoscio tinto	55	
	682	kg
Quantità oleante	27,28	kg 4%

DATA	27/01/06	
PARTITA	60007	
TIPO FILATO	lana - poliestere 7,5	
COLORE	vino	
TITOLO Tp	7,5	
Nm	13100	
Quantità mista in ingresso	263	kg
Composizione mista in ingresso		kg
terital fio.avana scuro tin.sol.t.f.	13	kg
terital fiocco tinto blu	10	kg
terital fio.castagna tinto sol.t.f.	16	kg
terital fio.vino.tint. Sol.t.f.	26	kg
mecc.pett.pn.vino tinto	87	kg
mecc.pett.panno nuovo nero natura	53	kg
mecc.gabardine marrone natura	58	kg
	263	kg 100%
Quantità oleante	10,52	kg 4%

SPERIMENTAZIONE IN FASE INDUSTRIALE

DATA	01/02/06	
PARTITA	60009	
TIPO FILATO	lana - poliestere 7,5	
COLORE	perla	
TITOLO Tp	7,5	
Nm	13100	
Quantità mista in ingresso	1834	kg
Composizione mista in ingresso		kg
terital fiocco bianco	445	kg
mecc. Magl. Lana bianco natura	231	kg
lana slipe bianco	125	kg
lana slipe imbiancata	89	kg
mecc. Saie natura grigio medio chiaro	410	kg
mecc. Pett.panno nuovo perla natura	321	kg
lana slipe nero tinto	160	kg
frasami	53	3%
	1834	kg
Quantità oleante	73,36	kg 4%

DATA	01/02/06	
PARTITA	60010	
TIPO FILATO	lana - poliestere 7,5	
COLORE	abete	
TITOLO Tp	7,5	
Nm	13100	
Quantità mista in ingresso	1157	kg
Composizione mista in ingresso		kg
terital fio.verdone tinto sol.t.f.	135	kg
terital fio.sol.tinto lavagna	68	kg
terital fiocco tinto blu	39	kg
mecc.pett.p.n.nero tinto	145	kg
mecc. Gab. Verdona natura	580	kg
frasami	190	kg 16%
	1157	kg
Quantità oleante	46,28	kg 4%

SPERIMENTAZIONE IN FASE INDUSTRIALE

DATA	02/02/06		
PARTITA	60011		
TIPO FILATO	lana - poliestere 7,5		
COLORE	corda		
TITOLO Tp	7,5		
Nm	13100		
Quantità mista in ingresso	1358	kg	
Composizione mista in ingresso		kg	
terital fiocco bianco	235	kg	17%
terital fiocco tinto beige/rosso	52	kg	4%
mecc.stame pasta natura	888	kg	65%
lana slipe imbancata	130	kg	10%
frasami	53	kg	4%
	1358	kg	100%
Quantità oleante	54,32	kg	4%

DATA	03/02/2006		
PARTITA	60012		
TIPO FILATO	lana - poliestere 7,5		
COLORE	melone		
TITOLO Tp	7,5		
Nm	13100		
Quantità mista in ingresso	1338	kg	
Composizione mista in ingresso		kg	
terital fiocco cammello tinto	170	kg	
terital fiocco tinto solido t.f. melone	100	kg	
terital fiocco tinto rosa antico	43	kg	
terital fio.V. marcio tinto sol. T. f.	13	kg	
mecc. Pett. P.n. tint. Melone	394	kg	
mecc. Pett. P.n. tint. Pesca	49		
mecc. Gabardine cammello natura	534		
frasami	35		3%
	1338	kg	
Quantità oleante	53,52	kg	4%

SPERIMENTAZIONE IN FASE INDUSTRIALE

DATA	07/02/06		
PARTITA	60014		
TIPO FILATO	lana - poliestere 7,5		
COLORE	castagna		
TITOLO Tp	7,5		
Nm	13100		
Quantità mista in ingresso	5547	kg	
Composizione mista in ingresso		kg	
terital fiocco nero t.p. natura	330	kg	
terital fio.prugna tinto sol.t.f.	165	kg	
terital fio.cacao tinto sol t.f.	715	kg	
terital fio.v.marcio tinto sol.t.f.	165	kg	
mecc.gabardine marrone tinto	734	kg	
mecc.gabardine marrone natura	2069		
mecc.stame marrone natura	377		
mecc.stame marrone	946		
frasami	46		1%
	5547	kg	
Quantità oleante	221,88	kg	4%

DATA	07/02/06		
PARTITA	60015		
TIPO FILATO	lana - poliestere 7,5		
COLORE	castagna		
TITOLO Tp	7,5		
Nm	13100		
Quantità mista in ingresso	5551	kg	
Composizione mista in ingresso		kg	
terital fiocco nero t.p. natura	330	kg	
terital fio.prugna tinto sol.t.f.	165	kg	
terital fio.cacao tinto sol t.f.	715	kg	
terital fio.v.marcio tinto sol.t.f.	165	kg	
mecc.gabardine marrone tinto	734	kg	
mecc.gabardine marrone natura	2069		
mecc.stame marrone natura	377		
mecc.stame marrone	946		
frasami	50		1%
	5551	kg	
Quantità oleante	222,04	kg	4%

SPERIMENTAZIONE IN FASE INDUSTRIALE

DATA	21/02/06	
PARTITA	60019	
TIPO FILATO	lana - poliestere 7,5	
COLORE	nero.X fant.	
TITOLO Tp	7,5	
Nm	13100	
Quantità mista in ingresso	5095	kg
Composizione mista in ingresso		kg
terital fiocco nero t.p. natura	1245	kg
fila lana pett. Nero tinto	835	kg
mecc. Saie nero tinto	1110	kg
mecc. Pett. P.n. nero tinto	1785	kg
frasami	120	kg 2%
	5095	kg
Quantità oleante	203,8	kg 4%

DATA	27/02/06	
PARTITA	60020	
TIPO FILATO	lana - poliestere 7,5	
COLORE	grigio.scuro	
TITOLO Tp	7,5	
Nm	13100	
Quantità mista in ingresso	1353	kg
Composizione mista in ingresso		kg
terital fiocco nero t.p. natura	160	kg
terital fiocco bianco	136	kg
terital fio.verdone tinto sol. T.f.	12	kg
lana slipe imbiancata	62	kg
lana slipe bianca	222	kg
mecc. Pett. P.n. nero tinto	271	
mecc. Pett. Panno nuovo antracite natura	222	
mecc. Saie grigio medio unito natura	148	
frasami	120	9%
	1353	kg
Quantità oleante	54,12	kg 4%

SPERIMENTAZIONE IN FASE INDUSTRIALE

DATA	27/02/06	
PARTITA	60021	
TIPO FILATO	lana - poliestere 7,5	
COLORE	pera	
TITOLO Tp	7,5	
Nm	13100	
Quantità mista in ingresso	3460	kg
Composizione mista in ingresso		kg
terital fio. V. marcio tinto sol. T.f.	410	kg
terital fiocco tinto solido perla	307	kg
terital fio.boccia tinto sol. T.f.	68	kg
terital fiocco tinto dolido t.f. gold	68	kg
mecc. Stame verde marcio natura	1817	kg
mecc.stame tinto verde	198	
mecc.pett.p.n.tinto avana	180	
lana slipe tinto.ocra	240	
lana slipe tinto.v.prada	127	
frasami	45	1%
	3460	kg
Quantità oleante	138,4	kg 4%

DATA	01/02/06	
PARTITA	60025	
TIPO FILATO	lana - poliestere 7,5	
COLORE	marrone 100	
TITOLO Tp	7,5	
Nm	13100	
Quantità mista in ingresso	897	kg
Composizione mista in ingresso		kg
terital fiocco tinto muschio	97	kg
terital fio.cacao tinto sol. T.f.	114	kg
mecc. Pett. P.n. nero tinto	126	kg
mecc. Gabardine natura muschio	244	kg
mecc. Stame tinto oliva	160	kg
mecc. Gabardine marrone tinto	67	kg
mecc. Gab. Verdone natura	34	kg
frasami	55	kg 6%
	897	kg
Quantità oleante	35,88	kg 4%

SPERIMENTAZIONE IN FASE INDUSTRIALE

DATA	01/02/06	
PARTITA	60025	
TIPO FILATO	lana - poliestere 7,5	
COLORE	marrone 100	
TITOLO Tp	7,5	
Nm	13100	
Quantità mista in ingresso	1836	kg
Composizione mista in ingresso		kg
terital fiocco nero t. p. natura	266	kg
terital fio.verdone tinto sol. T.f.	53	kg
terital fio.pruna tinto sol. T.f.	89	kg
terital fio.vino tinto sol. T.f.	36	kg
mecc. Pett.panno nuovo nero natura	479	kg
mecc. Pett.pn marrone 100. natura	711	kg
mecc. Pett.pn marrone natura	142	kg
frasami	60	kg 3%
	1836	kg
Quantità oleante	73,44	kg 4%

DATA	01/02/06	
PARTITA	60046	
TIPO FILATO	lana - poliestere 7,5	
COLORE	papiro	
TITOLO Tp	7,5	
Nm	13100	
Quantità mista in ingresso	500	kg
Composizione mista in ingresso		kg
terital fiocco bianco	100	kg
terital fiocco tinto beige7rosso	15	kg
terital fiocco tinto solido t. f. melone	10	kg
mecc. Stame pasta i. natura	175	kg
fila lana pett. Pelle tinto	50	kg
mecc. Stame rosa medio natura	100	
mecc. Stame pasta natura	50	
	500	kg
Quantità oleante	25	kg 5%

SPERIMENTAZIONE IN FASE INDUSTRIALE

DATA	13/04/06	
PARTITA	60052	
TIPO FILATO	lana - poliestere 7,5	
COLORE	papiro	
TITOLO Tp	7,5	
Nm	13100	
Quantità mista in ingresso	928	kg
Composizione mista in ingresso		kg
terital fio.v. marcio tinto sol. T.f.	76	kg
terital fiocco tinto solido perla	101	kg
terital fio.boccia tinto sol.t.f.	17	kg
terital fiocco tinto solido t.f. gold	17	kg
mecc.stame verde marcio tinto	294	kg
mecc.stame tinto verde	109	
mecc.pett. P.n. tinto avana	84	
lana slipe tinto ocra	67	
lana slipe tinto v. prada	76	
frasami	87	9%
	928	kg
Quantità oleante	46,4	kg 5%

6.4 Raccolta dati

Questa fase è stata svolta parallelamente a quella precedente. Per ciascuno dei processi produttivi di cui si compone la filiera produttiva sono stati raccolti i dati necessari per lo svolgimento della parte successiva dello studio (analisi LCA).

La raccolta dati è avvenuta tramite la compilazione di schede appositamente preparate. I dati raccolti hanno riguardato nello specifico:

- materiale in ingresso a ciascuna lavorazione;
- consumo di oleante;
- consumo di acqua;
- consumo di elettricità;
- produzione di scarti e rifiuti.
- emissioni prodotte nelle varie matrici ambientali.

Di seguito si riportano le schede complete dei dati raccolti per ciascuna fase in cui è stato suddiviso il ciclo di vita.

			ROTTAIA UREA	ROTTAIA COMPOST	OLIVETO UREA	OLIVETO COMPOST
Lavorazione del terreno	lavorazione principale	macchinario utilizzato	Trattrice + aratro quadriv.	Trattrice + aratro quadriv.	Trattrice + ripper	Trattrice + ripper
		consumo elettrico (kWh/ha)	223,08	223,08	429	429
		Potenza trattore (kW)	132	132	132	132
		h di lavorazione (h)	1,69	1,69	0,6	0,6
	erpicoltura rotativa	macchinario utilizzato	Trattrice + erpice rot.	Trattrice + erpice rot	Trattrice + erpice rot	Trattrice + erpice rot
		consumo elettrico (kWh/ha)	53,655	53,655	53,655	53,655
		Potenza trattore (kW)	73,5	73,5	73,5	73,5
		h di lavorazione (h)	0,73	0,73	0,73	0,73
		consumo combustibile (t/ha)	0,0338	0,0338	0,0157	0,0157
		consumo olio lubrif. (t/ha)	0,00019	0,00019	0,00006	0,00006
		consumo combustibile (t/ha)	0,0146	0,0146	0,0146	0,0146
		consumo olio lubrif. (t/ha)	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004
Semina	macchinario utilizzato	Trattrice + seminatrice prec.				
	consumo elettrico (kWh/ha)	62,475	62,475	62,475	62,475	
	potenza macchina (kW)	73,5	73,5	73,5	73,5	
	h di lavorazione	1,08	1,08	1,08	1,08	
	consumo combustibile (t/ha)	0,0129	0,0129	0,0129	0,0129	
	consumo olio lubrif. (t/ha)	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	
	seminativi seminativi (t/ha)	girasole CARLA 0,0055	girasole CARLA 0,0055	girasole CARLA 0,0055	girasole CARLA 0,0055	
Fertilizzazione	macchinario utilizzato	Trattrice + spandiconcime	Trattrice + spandiconcime	Trattrice + spandiconcime	Trattrice + spandiconcime	
	consumo elettrico (kWh/ha)	26,88	26,88	26,88	26,88	
	potenza macchina (kW)	48	48	48	48	
	h di lavorazione (h)	0,71	1,45	0,71	1,45	
	consumo combustibile (t/ha)	0,0051	0,0105	0,0051	0,0105	
	consumo olio lubrif. (t/ha)	0,00002	0,00004	0,00002	0,00004	
	fertilizzante fertilizzante (t/ha)	urea 0,326	compost 7,5	urea 0,326	compost 7,5	
	fertilizzante fertilizzante (t/ha)	perfosfato triplo 0,046	perfosfato triplo 0,046	perfosfato triplo 0,046	perfosfato triplo 0,046	

Diserbo	macchinario utilizzato	NON EFFETTUATO	NON EFFETTUATO	Trattrice + irroratrice	Trattrice + irroratrice
	consumo elettrico (kWh/ha)			36,75	36,75
	potenza macchina (kW)			48	48
	h di lavorazione (h)			0,65	0,65
	consumo combustibile (t/ha)			0,0040	0,0040
	consumo olio lubrif. (t/ha)			0,00002	0,00002
	erbicida erbicida (t/ha)			goal 1	goal 1
Sarchiatura	macchinario utilizzato	Trattrice + sarchiatrice	Trattrice + sarchiatrice	NON EFFETTUATO	NON EFFETTUATO
	consumo elettrico (kWh/ha)	60,96	60,96		
	potenza macchina (kW)	48	48		
	h di lavorazione (h)	1,27	1,27		
	consumo combustibile (t/ha)	0,014	0,014		
	consumo olio (t/ha)	0,00005	0,00005		
Raccolta	macchinario utilizzato	mietitrebbiatrice	mietitrebbiatrice	mietitrebbiatrice	mietitrebbiatrice
	consumo elettrico (kWh/ha)	84,96	84,96	84,96	84,96
	potenza macchina (kW)	186	186	186	186
	h di lavorazione (h)	1,54	1,54	1,54	1,54
	consumo combustibile (t/ha)	0,0234	0,0234	0,0234	0,0234
	consumo olio (t/ha)	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013
PRODUZIONE di ACHENI (t/ha)		5,86	5,09	3,65	3,07
RESIDUI COLTURALI (t/ha)		9,06	8,84	5,37	5,14

Tabella 6.2 – Fase agricola

preparazione	materiale in ingresso	semi di girasole 1000	kg
	macchinario utilizzato	trituratore 7	kWh/t seme
	materiale in uscita	semi frantumati 1000	kg
essiccazione	Materiale in ingresso	semi frantumati 1000	kg
	macchinario utilizzato	essiccatore	
	consumo elettrico	4,5	kWh/t seme
	consumo combustibile	40	kg biomassa/tseme
	PCI biomassa	3800	kcal/kg
	consumo termico	636	MJ/t seme
	materiale in uscita	semi frantumati 950	kg
Spremitura	material in ingresso	semi frantumati 950	kg
	macchinario utilizzato	presse a vite	
	consumo elettrico	23	kWh/t seme
	potenza macchina	550	kW
	tempo di lavorazione	2,5	min/t seme
	consumo combustibile biomasse	45	kgcomb/t seme
	PCI biomassa	3800	kcal/kg
	consumo termico	716	MJ/ t seme
	altri consumi	acqua 8	kg/t seme
		olio grezzo 285	kg
	materiale in uscita	panello 665	kg
Estrazione a solvente	materiale in ingresso	panello 665	kg
	macchinario utilizzato	estrattore	
	consumo elettrico	11	kWh/t
	potenza macchina	270	kW
	tempo di lavorazione	2,5	min/t
	consumo combustibile biomasse	75	kgcomb/t
	PCI biomassa	3800	kcal/kg
	consumo termico	1193,01	MJ/t
	solvente	esano	
	solvente	0,9	kg/t
	riciclo esano	0,6	kg/t
	olio 133		
	farina vegetale 532		
Produzione totale	olio di girasole	418	kg
	farina di girasole	532	kg

Tabella 6.3 – Estrazione (quantità riferite a 1000 kg di acheni)

<i>raffinazione</i>	materiale in ingresso	olio grezzo	1,04109	t
		acqua	0,2	t
		soda al 100%	0,00138	t
		acido fosforico al 100%	0,00169	t
		terra decolorante	<i>quantità</i>	<i>udm</i>
			0,001	t
		consumo elettrico	65	kWh
		combustibile	0,00455	t
		vapore (220°C)	0,161	t
			olio raffinato	1
	materiale in uscita	scarichi (reflui)	0,30703	t
		gomme e fosfolipidi	0,01305	t
		acidi grassi	0,0245	t
		terre esauste		
			0,0013333	t

Tabella 6.4 – Raffinazione

		tipologia	quantità	udm
<i>formulazione oleante vegetale</i>	materiale in ingresso	olio di girasole raffinato	0,441	t
		alcool etossilato (o altro)(*)	0,126	t
		glicole (o altro)	0,063	t
		acqua	0,42	t
		totale in ingresso	1,05	t
	consumi elettrici macchinari	50	kWh	
	potenza macchinario	12,5	kW	
	tempo di lavorazione	4	h	
	scarti o rifiuti prodotti	0,05	t	
	oleante in uscita			1

<i>formulazione oleante sintetico</i>	materiale in ingresso	dodecilbenzene	0,3675	t
		alcool etossilato (o altro)(*)	0,105	t
		glicole (o altro)	0,0525	t
		acqua	0,525	t
		totale in ingresso	1,05	t
	consumi elettrici macchinari	50	kWh	
	potenza macchinario	12,5	kW	
	tempo di lavorazione	4	h	
	scarti o rifiuti prodotti	0,05	t	
	oleante in uscita			1

Tabella 6.5 - Formulazione

7 ANALISI DI LABORATORIO SU FILATI E TESSUTI PRODOTTI

Durante lo svolgimento della fase di sperimentazione industriale sono state svolte numerose prove analitiche su oleanti, filati e tessuti prodotti durante la sperimentazione. Di seguito si riportano i rapporti di prova e i relativi commenti.

7.1 Commento rapporti di prova

Rapporto 05/3712

Campioni

nr. 4 campioni di filato – titolo Np 7,5 – (nr. 2 greggi – nr. 2 neri)

Risultati prove

Valutazioni preliminari caratteristiche chimiche e fisico-meccaniche, per messa a punto utilizzazione industriale oleante per filatura da olio di girasole

Rapporto 05/3754

Campioni

nr. 1 tessuto art. 72200

Risultati prove

Valutazioni preliminari caratteristiche chimiche e fisico-meccaniche di tessuto ottenuto con filati prodotti con oleanti per filatura da olio di girasole

Rapporto 05/3875

Campioni

nr. 1 tessuto art. 60810

Risultati prove

Valutazioni preliminari caratteristiche chimiche e fisico-meccaniche di tessuto ottenuto con filati prodotti con oleanti per filatura da olio di girasole

Rapporto 05/3987

Campioni

nr. 1 tessuto art. 84100 girasole – col. 2214

nr. 1 tessuto art. 84100 normale – col. 2214

Risultati prove

Valutazioni comparative caratteristiche chimiche e fisico-meccaniche di nr. 2 tessuti ottenuti con filati prodotti con oleanti per filatura da olio di girasole e con filati prodotti con oleanti tradizionali (lubrificanti minerali).

Commento

Non si registrano significative differenze tra le due tipologie di tessuti

Rapporto 06/0529*Campioni*

nr. 6 campioni di filato – titolo Np 7,5 – varie partite

Risultati prove

Materiali estraibili in solvente (DCM): 4,57%; 3,84%; 4,91%; 4,41%; 3,24%; 4,65.

Spettrofotometria Infrarossa: spettri IR tutti identici – esteri di acidi grassi insaturi – assenza di alchilati (formulato a base vegetale)

Rapporto 06/0530*Campioni*

- A) oleante per filatura convenzionale a basso costo
- B) ammorbidente per filatura convenzionale

*Risultati prove*Residuo secco:

olio per filatura convenzionale a basso costo: 38,7 %;

ammorbidente per filatura convenzionale: 46,0%

Spettrofotometria Infrarossa:

olio per filatura convenzionale a basso costo: alcool grassi etossilati (C₁₀ – C₁₈ OE)

Rapporto 06/0692*Campioni*

nr. 3 campioni di filato – titolo Np 7,5 – varie partite – vari colori – da olio di girasole

Risultati prove

Materiali estraibili in solvente (DCM): 3,82%; 3,62%; 4,64%.

Rapporto 06/0819*Campioni*

- A) oleante per filatura convenzionale di qualità
- B) oleante per filatura a base vegetale

*Risultati prove*Residuo secco:

oleante per filatura convenzionale di qualità : 41,0 %;

oleante per filatura a base vegetale: 56,2%

Rapporto 06/0837*Campioni*

nr. 3 feltrini (WO 70% VI 30%) – Nov. 2005 – contrassegnati 4% - 5% - 6%

*Risultati prove*Materiali estraibili in solvente (DCM):

A) Contrass. 4% = 1,52%

B) Contrass. 5% = 2,03%

C) Contrass. 6% = 2,65%

Rapporto 06/0932*Campioni*

- A) Filato tit Np 7,5 – p.ta 60002 –col. perla
- B) Filato tit Np 7,5 – p.ta 60009 –col. perla
- C) Filato tit Np 7,5 – p.ta 60014 –col. castagna

*Risultati prove*Materiali estraibili in solvente (DCM):

- A) 3,82 %
- B) 3,62 %
- C) 4,64 %

Rapporto 06/1829*Campioni*

- A) Filato art. Canapa – p.ta 60006
- B) Filato art. Grigio Scuro – p.ta 60067
- C) Filato art. Grigio Scuro – p.ta 60045
- D) Filato art. Papiro – p.ta 60046
- E) Filato art. Papiro – p.ta 60011
- F) Filato art. Vino scuro – p.ta 60007
- G) Filato art. Tirreno – p.ta 60001
- H) Filato art. Muschio – p.ta 60023
- I) Filato art. Castagna – p.ta 60015
- J) Filato art. Pera – p.ta 60052
- K) Filato art. Abete – p.ta 60010

*Risultati prove*Materiali estraibili in solvente (DCM):

- A) 4,05 %
- B) 4,89 %
- C) 5,45 %
- D) 6,80 %
- E) 4,76 %
- F) 4,80 %
- G) 4,44 %
- H) 4,67 %
- I) 4,39 %
- J) 5,80 %
- K) 4,08 %

Rapporto 06/2447*Campioni*

- A) Filato art. Canapa – p.ta 60006
- B) Filato art. Papiro – p.ta 60046
- C) Filato art. Canapa – p.ta 60006 – dopo invecchiamento
- D) Filato art. Papiro – p.ta 60046 – dopo invecchiamento

*Risultati prove*Determinazione della resistenza a trazione dei filati

I filati sottoposti ad invecchiamento accelerato (70°C per 7 giorni – umidità a saturazione), non evidenziano perdite di resistenza a trazione e di elasticità, rispetto ai filati non invecchiati.

Rapporto 06/2448*Campioni*

- A) Filato art. Canapa – p.ta 60006
- B) Filato art. Grigio Scuro – p.ta 60045
- C) Filato art. Papiro – p.ta 60046
- D) oleante per filatura convenzionale di qualità
- E) oleante per filatura a base vegetale

F) Filato greggio Np 7,5 (ns riferimento)

*Risultati prove*Determinazione nonilfenoli etossilati e nonilfenoli

- A) Non rilevabili (n.r.)
 B) (n.r.)
 C) (n.r.)
 D) (n.r.)
 E) (n.r.)
 F) (n.r.)

Rapporto 06/2449*Campioni*

- A) Filato art. Canapa – p.ta 60006
 B) Filato art. Grigio Scuro – p.ta 60067
 C) Filato art. Grigio Scuro – p.ta 60045
 D) Filato art. Papiro – p.ta 60046
 E) Filato art. Papiro – p.ta 60011
 F) Filato art. Vino scuro – p.ta 60007
 G) Filato art. Tirreno – p.ta 60001
 H) Filato art. Muschio – p.ta 60023
 I) Filato art. Castagna – p.ta 60015
 J) Filato art. Pera – p.ta 60052
 K) Filato art. Abete – p.ta 60010

Risultati prove Prove di eliminabilità (purgatura acquosa – determinazione materiali estraibili)

Campione filato	Mat. Estraibile filato tal quale (06/1829)	Mat. Estraibile filato dopo purgatura (06/2449)
A	4,05 %	1,22 %
B	4,89 %	0,85 %
C	5,45 %	1,00 %
D	6,80 %	1,13 %
E	4,76 %	1,15 %
F	4,80 %	0,93 %
G	4,44 %	0,99 %
H	4,67 %	0,84 %
I	4,39 %	0,89 %
G	5,80 %	0,94 %
K	4,08 %	0,77 %

Commento

I valori di materiali estraibili, dopo purgatura evidenziano una eliminabilità dell'oleante di filatura pari a ca il 70 – 80% - Tenendo conto degli elevati livelli iniziali di tenore di oleante presente nei filati, e tenuto conto che le prove di laboratorio, possono portare i risultati di purgatura spesso inferiori a quelli industriali, la solubilità dell'oleante da olio vegetale nei bagni di purgatura, può essere considerata compatibile con i successivi processi industriali di tintura.

*Risultati prove*Solidità delle tinte: luce, sudore, acqua, lavaggio a secco

In tutti i campioni ed in tutte le prove di solidità delle tinte si sono rilevati indici di solidità perfettamente compatibili con i valori normalmente posseduti da filati cardati lanieri ottenuti da materie prime tinte in fiocco con coloranti acidi e premetallizzati.

8 PROVE ECOTOSSICOLOGICHE SUGLI OLEANTI

8.1 Analisi di semi di girasole forniti dal DAGA (Università di Pisa)

Sono state effettuate le analisi chimico-fisiche previste di tutti i campioni inviati corrispondenti a due repliche per 8 diversi trattamenti. Per ogni campione è stata calcolata:

- sostanza secca (s.s.) ed umidità per via gravimetrica come percentuale in peso rispetto al totale dopo aver tenuto il campione in stufa ventilata per una notte a 100°C,
- contenuto in olio utilizzando il metodo di estrazione Soxhlet
- il contenuto in proteine utilizzando il metodo Kjeldahl.

Campioni di farine	s.s.%	umidità %	olio t.q.%	olio s.s.%	proteine t.q.%	proteine s.s.%
2/1	96,2	3,8	48,3	50,2	14,8	15,4
3/1	96,1	4,0	47,5	49,5	15,1	15,7
2/2	96,4	3,6	49,1	51,0	16,4	17,0
3/2	96,2	3,8	49,3	51,3	16,0	16,6
2/3	96,2	3,8	50,7	52,7	15,3	15,8
3/3	96,2	3,8	46,7	48,5	15,9	16,5
2/4	96,1	3,9	48,9	50,9	13,9	14,5
3/4	96,6	3,4	49,2	50,9	15,1	15,7
2/5	96,3	3,7	49,3	51,2	16,0	16,6
3/5	96,1	3,9	45,5	47,4	14,9	15,5
2/6	96,2	3,8	47,3	49,2	16,0	16,6
3/6	96,6	3,4	49,6	51,3	15,1	15,6
2/7	96,5	3,5	50,6	52,4	15,5	16,1
3/7	95,9	4,1	44,1	46,0	16,3	16,9
2/8	95,9	4,1	49,6	51,7	15,1	15,7
3/8	96,5	3,6	49,0	50,8	14,8	15,3

Tabella 8.1 - Analisi chimiche di semi di girasole per il progetto Gatspot: analisi di 2 repliche per 8 tesi differenti corrispondenti a diversi trattamenti (t.q.= tal quale, s.s.= sostanza secca)

8.2 Rinnovabilità

Uno dei vantaggi ambientali del prodotto proposto è il maggior contenuto in carbonio proveniente da fonti rinnovabili rispetto agli oleanti tradizionali. Sono noti infatti in termini di bilancio dei gas serra i vantaggi derivanti dall'uso di materie prime di origine vegetale rispetto all'utilizzo di prodotti di origine petrolchimica che hanno immagazzinato la CO₂ cento milioni di anni fa. E' stato perciò ritenuto opportuno quantificare questa differenza, calcolando la rinnovabilità tramite la formula contenuta nell' "European Eco-label application pack for lubricants" che viene di seguito riportata:

$$\text{contenuto in carbonio rinnovabile} = \sum \left(x \frac{C_{rinnovabile}^X}{C_{totale}^X} + y \frac{C_{rinnovabile}^Y}{C_{totale}^Y} + z \frac{C_{rinnovabile}^Z}{C_{totale}^Z} + \text{etc.} \right)$$

Dove: - x,y,z, etc. sta per la massa percentuale (m/m %) di tutte le sostanze X,Y,Z,etc. costituenti > 0.1% (m/m) della sostanza testata

- C_{rinnovabile} è il numero di atomi di Carbonio da oli e grassi vegetali o animali

- C_{totale} è il numero totale di atomi di carbonio (C_{rinnovabile}+numero di atomi di Carbonio di origine petrolchimica)

La rinnovabilità del formulato a base vegetale derivato da olio raffinato di girasole alto oleico risulta così del 74%, mentre lo stesso calcolo applicato agli oli per cardatura a base di alchilato non supera il 30%.

8.3 Valutazione ecotossicologica

8.3.1 Introduzione

La decisione della commissione europea del 26 aprile 2005 n°360 che stabilisce i criteri ecologici per l'assegnazione del marchio ecolabel ai lubrificanti, non comprende i lubrificanti utilizzati nelle applicazioni tessili. Questi tuttavia trattandosi di oli a dispersione possono essere assoggettati alla categoria "oli per motoseghe, agenti disarmanti per calcestruzzo e altri prodotti di lubrificazione a perdita totale".

I criteri stabiliti nell'allegato della citata decisione "mirano in particolare a promuovere i prodotti che sono poco nocivi per l'acqua ed il suolo nel loro utilizzo, e permettono di ridurre le emissioni di CO₂".

Per questi motivi è stata valutata la rinnovabilità dell'oleante a base vegetale, la sua tossicità acquatica e nel suolo mediante test ecotossicologici rispettivamente su *Daphnia magna* e *Folsomia candida*, comparando i risultati con quelli ottenuti mediante test su un oleante di sintesi e su olio di girasole tal quale senza l'aggiunta di additivi se non una minima quantità di emulsionante a ridotto impatto ambientale necessario a migliorare la solubilizzazione dell'olio in acqua.

8.3.2 Materiali

In seguito alla direttiva 2003/53/CE che vieta l'utilizzo di nonilfenoli e nonilfenoli etossilati nel trattamento tessile, gli oli attualmente utilizzati in fase di cardatura sono costituiti (come percentuale in massa/massa) mediamente da:

alchilato (dodecilbenzene):	50-80 %
alcooli etossilati (grado di etossilazione 3-10):	20-30%
glicoli chiarificati	≈ 10%

L'oleante a base vegetale proposto da Houghton ha indicativamente questa composizione:

olio di girasole alto oleico	60-70%
alcooli etossilati	15-20%
glicoli	8-10%

La differenza essenziale risulta quella del componente principale, tuttavia anche nella scelta degli altri componenti, Houghton utilizza sostanze non classificate come pericolose, più nel dettaglio i materiali utilizzati sono stati:

- Oleante a **base vegetale** prodotto da Houghton Italia S.p.A.. E' un fluido emulsionabile lubrificante che ha come componente principale olio di girasole alto oleico opportunamente raffinato, è un liquido limpido di colore giallo paglierino, ha densità relativa a 15,5°C di 0.989, pH 9.0-9.35 (50 g L-1 in acqua distillata) e un TLV (valore limite di soglia per operatori esposti) riferito alle nebbie oleose molto basso, stimato in 5 mg m-3. Non contiene sostanze (in percentuali al di sopra del 3%) per le quali esistono limiti di esposizione riconosciuti; in percentuali comprese tra 1 e 3% contiene un alcanolamide di acido grasso ed il 2-metil-2,4 pentadiolo che sono classificate come irritanti per gli occhi e la pelle. Anche grazie alle considerazioni espresse in questo studio il più "pericoloso" di questi il 2-metil-2,4 pentadiolo è stato sostituito nella nuova formulazione dell'oleante a base vegetale con un prodotto classificato come non pericoloso.
- Oleante di **sintesi tradizionale** prodotto da un'azienda di Prato. E' un oleante chimico a base di alchilato ed emulsionanti, con pH 6.5-7.5 (100 g L-1 in acqua

PROVE ECOTOSSICOLOGICHE SUGLI OLEANTI

distillata), il TLV non è riportato in scheda di sicurezza. Contiene tuttavia dal 7 al 10% di 2-(2-butossietossi)etanolo classificato come irritante per gli occhi, dal 3 al 5% di 2,2'-ossidietanolo classificato come nocivo per ingestione e dall'1 al 3% di un alcool grasso etossilato che produce il rischio di gravi lesioni oculari ed è altamente tossico per gli organismi acquatici.

- **Olio di girasole** utilizzato da Houghton Italia S.p.A. per la produzione dell'oleante a base vegetale. Ovviamente non contiene sostanze pericolose ed ha densità relativa a 15,5°C di 0.9-0.92 e viscosità a 40°C di 38-44 mm² sec⁻¹. A differenza degli altri due composti l'olio di girasole non è emulsionabile perciò è risultato indispensabile aggiungere una ridotta quantità di emulsionante a basso impatto. A questo scopo si è utilizzato ETILON OL 6 prodotto da Cognis S.p.A., un estere di Acido grasso con polietilenglicole che non è classificato come composto pericoloso.

8.3.3 Metodi

L'ecotossicologia è una disciplina nata dalla tossicologia umana, applicata però all'ambiente e come tale studia gli effetti che una determinata sostanza può avere sull'ecosistema e le soluzioni per evitare o porre rimedio agli eventuali danni arrecati. Lo studio ecotossicologico di un prodotto prevede alcuni test di laboratorio dove viene calcolata la concentrazione che determina la morte (LC₅₀) o un effetto visibile (EC₅₀) sul 50% degli individui testati. La scelta degli organismi da testare dipende da molti fattori, il concetto di base è quello di individuare organismi che rappresentino la matrice ambientale in cui vivono (acqua, aria, suolo, sedimenti), siano facilmente allevabili in laboratorio, abbiano una mobilità limitata rispetto alla fonte di emissione e che non siano organismi bersaglio (target) dell'azione del composto che si va ad analizzare. Il primo passo per uno studio ecotossicologico di un composto è analizzare le quantità in gioco e quale sia il loro destino ambientale. Gli oli lubrificanti utilizzati nel settore tessile della cardatura vengono poi lavati ed immessi nelle acque superficiali e per questo motivo, in conformità ai criteri citati dalla decisione della commissione europea del 26 aprile 2005 n°360, sono stati svolti test di ecotossicità acquatica. Sono stati condotti inoltre test di ecotossicità su organismi del suolo che in caso di sversamento accidentale del prodotto potrebbe risultare la matrice ambientale maggiormente interessata a causa della bassa mobilità nel suolo (scarsa solubilità e tensione di vapore) degli oleanti.

La **tossicità acquatica** è stata testata su *Daphnia magna* Straus, un crostaceo cladocero comunemente noto come pulce d'acqua. Il test di immobilizzazione di *D. magna* dopo 24 ore è standardizzato (linee guida OECD 202). Per le analisi si è utilizzato un kit (toxkit) contenente ephippie di dafnie. I neonati di meno di 24h, che hanno dimensioni di circa 1 mm, vengono immessi nel campione da analizzare e dopo 24 ore in cui gli individui vengono tenuti ad una temperatura di 20±1°C si osserva la percentuale di individui sopravvissuti. Generalmente il test è un test di immobilizzazione e si determina la concentrazione che causa l'immobilizzazione di metà del campione (EC₅₀), in questo caso, data anche l'elevata percentuale di mortalità riscontrata nel testimone, si è preferito utilizzare LC₅₀ verificabile osservando la morte a seguito di sollecitazione degli organismi testati con apposito specillo. I risultati sono stati espressi o come percentuale di individui morti rispetto al totale di individui testati o come valore di LC₅₀.

PROVE ECOTOSSICOLOGICHE SUGLI OLEANTI



Figura 8.1 - Esemplare di Daphnia magna

Per valutare la **tossicità edafica** è stato utilizzato un insetto del gruppo dei collemboli, organismi estremamente rappresentativi della mesofauna del suolo, precisamente l'organismo utilizzato è *Folsomia candida*, Willem, collembolo ampiamente impiegato per test ecotossicologici da tempo standardizzati con ISO 11267. Rispetto al test standardizzato sono state necessarie alcune modifiche: 10 ± 2 individui di età sincrona sono stati inseriti in pesafiltri contenenti 4g di suolo artificiale (definito dalla Dir 88/303/CEE allegato C8) a cui è stato aggiunto 1 mL di soluzione contenente l'olio da testare; dopo 24 ore in cella termostata a 20 ± 2 °C e fotoperiodo di 12 ore, si sono contati gli individui sopravvissuti. I risultati sono stati espressi come percentuale di individui morti rispetto al totale di individui testati (mortalità %). In un caso è stata anche valutata come end-point l'immobilità, in termini di concentrazione efficace (EC), ovvero la somma degli organismi morti e di quelli che pur se vivi non riuscivano a muoversi, rispetto al totale degli organismi testati.



Figura 8.2 Esemplare di Folsomia candida con uova

8.3.4 Risultati

8.3.4.1 Tossicità acuta verso Daphnia magna

Le prove svolte in tre differenti sessioni su 8 ± 1 individui hanno dato i risultati riportati in tabella 2. Poiché il controllo con l'acqua deionizzata e microfiltrata millipure utilizzata per preparare le soluzioni a diverse concentrazioni di oleanti ha fornito una mortalità del 25%, si è ritenuto opportuno utilizzare la ben nota formula di Abbott che considera anche la mortalità del controllo. I risultati sono visualizzati in figura 8.3.

PROVE ECOTOSSICOLOGICHE SUGLI OLEANTI

Concentrazione (mg/L)	Mortalità % oleante di sintesi	DS	Mortalità % oleante a base vegetale	DS
0,01	12,5	0,0	10,0	0,0
0,1	20,0	0,0	11,1	0,0
0,4	14,3	0,0	12,5	17,7
0,6	12,5	0,0	18,8	8,8
1	95,2	8,2	61,5	54,0
5	78,9	1,6	73,2	2,5
10	92,9	8,2	93,3	11,5
50	100,0	0,0	100,0	0,0
100	100,0	0,0	100,0	0,0
1000	100,0	0,0	100,0	0,0

Tabella 8.2 - Risultati delle prove di tossicità acuta (24h) condotte su *D. magna* (DS = deviazione standard)

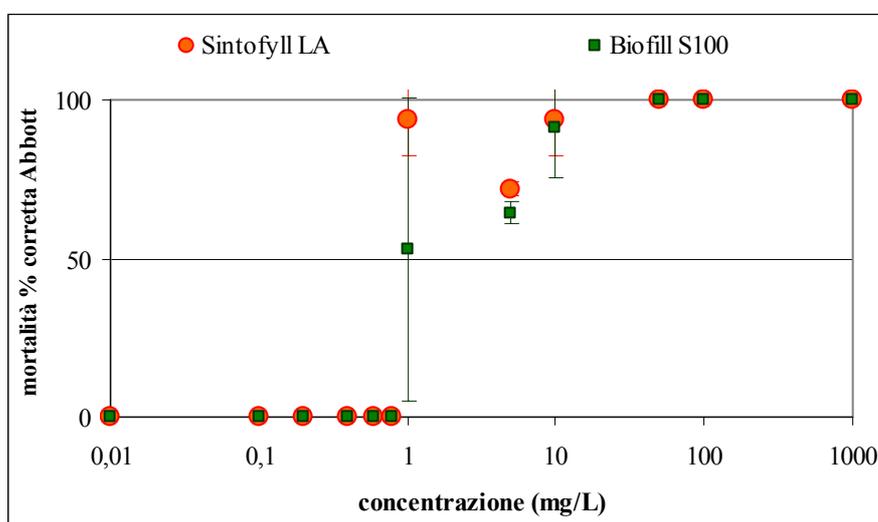


Figura 8.3 Visualizzazione dei risultati riportati in tabella 2 tenendo presente della mortalità riscontrata nel controllo con acqua distillata utilizzando la formula di Abbott

Risulta evidente che entrambi i prodotti presentano il medesimo intervallo di tossicità: a 0,8 mg/L in nessuna delle repliche si ha alcun effetto imputabile ai prodotti, mentre a concentrazioni superiori a 50 mg/L si ha la mortalità dell'intero campione in tutte le repliche. Sulla base di una formula semplificata proposta da APAT, il calcolo dell' LC_{50} risulta così di 6,32 mg/L per entrambi i prodotti. Il calcolo è molto approssimativo, tuttavia i valori riscontrati all'interno dell'intervallo non sono sufficienti, a causa dell'elevata dispersione, a disegnare una curva di mortalità, né tanto meno ad operare un'analisi probit necessaria per calcolare correttamente il valore di LC_{50} . Tuttavia scopo di questa analisi era valutare le differenze di ecotossicità e pertanto, essendo stato rilevato il medesimo intervallo di tossicità, non si è ritenuto opportuno procedere con l'analisi dell'intervallo. Infatti, pur evidenziandosi una tossicità lievemente inferiore per il prodotto a base vegetale (fig.4), le differenze non sono tali per consentire una diversa classificazione dei prodotti: entrambi sono caratterizzati da una tossicità acquatica piuttosto elevata. Pertanto si è stabilito di testare l'olio di girasole utilizzato per la produzione dell'oleante a

PROVE ECOTOSSICOLOGICHE SUGLI OLEANTI

base vegetale per stabilire se l'elevata tossicità del prodotto fosse imputabile all'olio ovvero ai solventi e agli additivi presenti nel oleante a base vegetale. I risultati sono riportati nella figura 8.4.

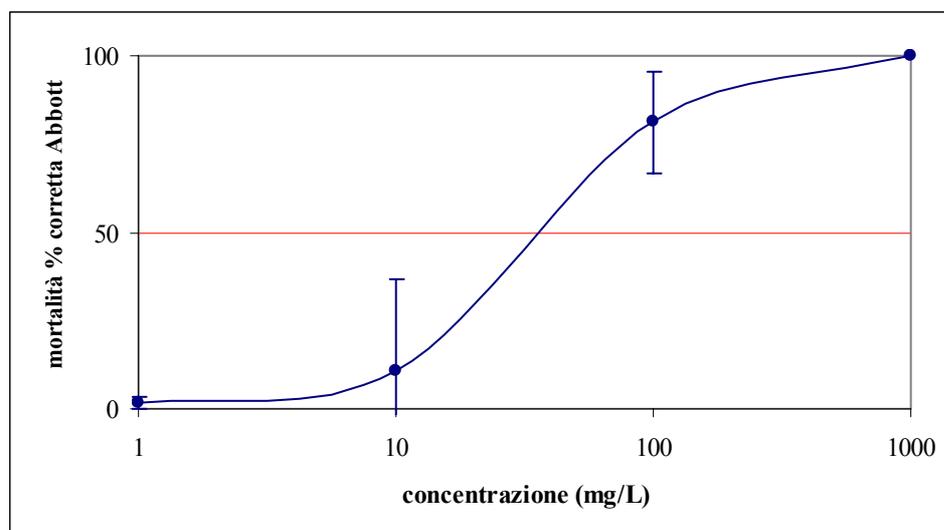


Figura 8.4 Tossicità acuta (24h) verso *D. magna* dell'olio di girasole alto oleico utilizzato per la produzione del Oleante a base vegetale S100, emulsionato con Etilon OL6

La tossicità verso *D. magna* risulta certamente molto inferiore nel caso dell'olio di girasole rispetto alla tossicità del oleante a base vegetale. Inoltre occorre ricordare, come accennato nel paragrafo 2.2, che per realizzare il test è stato necessario usare un prodotto che consentisse l'emulsione dell'olio in acqua. Nonostante si sia scelto un emulsionante a ridotto impatto ambientale e si siano utilizzati solo l'8% in peso di etilon rispetto all'olio utilizzato, la sua mortalità media nel controllo utilizzando la medesima concentrazione utilizzata per la soluzione a 100 mg/L di olio (8 μ L/L) è stata del 43.8% degli individui testati. Ciò conferma le difficoltà di testare la tossicità acquatica di un prodotto non solubile in acqua e soprattutto consente di affermare che l'elevata tossicità verso *D. magna* del Oleante a base vegetale così come quella dell'oleante di sintesi sono dovute probabilmente agli emulsionanti presenti negli oleanti piuttosto che all'olio usato come base.

8.3.4.2 Tossicità acuta verso *Folsomia candida*

Lo scopo di questa prova era valutare la tossicità del formulato oleante a base vegetale verso un insetto rappresentativo della fauna del suolo, e confrontare la pericolosità del oleante a base vegetale con quella di un omologo a base petrolchimica. Per il primo punto si è proceduto a partire da concentrazioni molto elevate di olio (in cui era necessario integrare con acqua il suolo artificiale in modo che l'umidità raggiungesse sempre il 25%) e poi per diluizioni successive. I risultati, riportati in tabella 3, evidenziano come già a 120 g/L sia stata registrata una mortalità inferiore al 50% del campione: secondo l'analisi probit il valore di LC₅₀ è di 783 g/L, con test χ^2 significativo ma limiti fiduciali al 95% molto distanti: 297-6330 g/L. E' evidente che sarebbero state necessarie ulteriori analisi per una più esatta definizione dei parametri, ma valori così elevati (la soglia per valutare un prodotto non pericoloso è generalmente LC₅₀ > 100 mg/L), consentono di affermare la non pericolosità verso *F. candida* del formulato oleante a base vegetale.

PROVE ECOTOSSICOLOGICHE SUGLI OLEANTI

Rapporto formulato/acqua	Concentrazione formulato (g/L)	Mortalità %
64:1	980	100
32:1	970	100
16:1	940	100
8:1	880	100
4:1	800	100
2:1	660	100
1:1	500	100
1:2	330	100
1:4	200	100
1:8	120	33
1:16	50	27
1:32	30	18
1:64	20	12
1 mL H ₂ O (controllo)	0	0

Tabella 8.3 Tossicità acuta (24h) verso *F. candida* dell'oleante a base vegetale a concentrazioni molto elevate (pericolosità in caso di sversamento accidentale)

Sono quindi state controllate concentrazioni di 15, 100 e 150 mg/L dell'oleante a base vegetale e di sintesi per testare se esistevano differenze tra i due prodotti, i dati sono stati trattati utilizzando la formula di Abbott che considera la mortalità del testimone. Come mostra la figura 8.5 non si sono però evidenziate differenze statisticamente significative tra i due formulati e la mortalità era sempre inferiore al 10%, valore considerato soglia sotto la quale non è opportuno considerare il dato come mortalità effettiva.

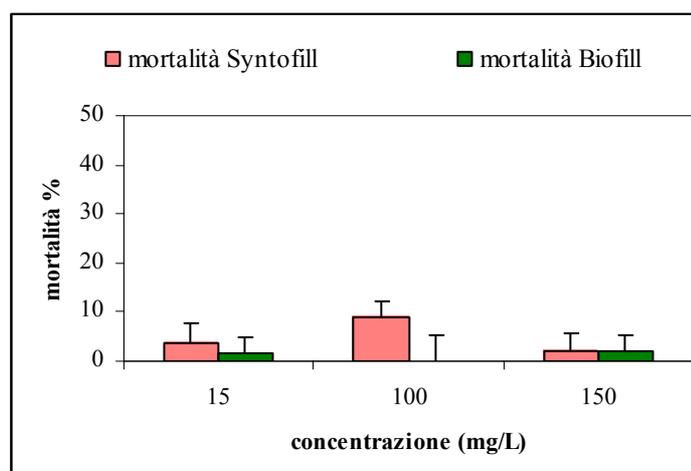


Figura 8.5 Tossicità acuta (24h) verso *F. candida* dell'oleante a base di olio di girasole e di quello di sintesi a base di alchilato a concentrazioni di 15, 100 e 150 mg/L

Infine sono state confrontate le concentrazioni a 100 mg/L confrontando oltre che i due formulati anche l'olio di girasole e considerando anche la mobilità degli insetti in seguito al trattamento (come descritto nei metodi), i risultati (figura 8.6) mostrano come non siano state riscontrate differenze significative tra i formulati e l'olio di girasole in entrambi gli end-point testati.

PROVE ECOTOSSICOLOGICHE SUGLI OLEANTI

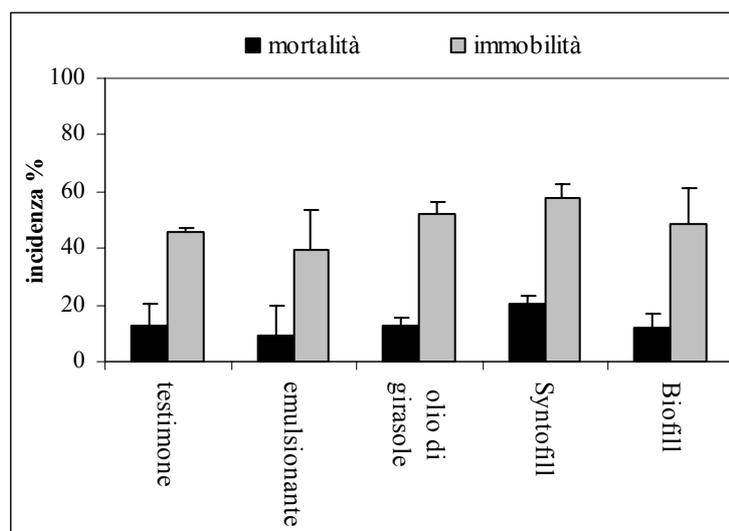


Figura 8.6 - Tossicità acuta (24h) verso *F. candida* di soluzioni a 100 mg/L dei formulati presi in esame e dell'olio di girasole alto oleico utilizzato per la produzione dell'oleante a base vegetale, emulsionato con Etilon OL6

8.3.5 Discussione

Dal confronto tra i prodotti oleanti a base di dodecilbenzene ed il prodotto a base di olio di girasole alto oleico si evidenzia come il contenuto in Carbonio derivato da fonti rinnovabili sia molto maggiore per il Oleante a base vegetale (74%) che per gli oleanti a base di alchilati (<30%).

Al contrario da un punto di vista ecotossicologico il confronto tra un formulato di sintesi (Oleante di sintesi LA) ed il oleante a base vegetale non ha evidenziato differenze significative. Entrambi i prodotti testati sono risultati tossici nei confronti del crostaceo acquatico *Daphnia magna* (LC_{50} in 24 ore approssimativamente di 6 mg/L e comunque sicuramente < 10 mg/L per entrambi), mentre sono risultati non tossici verso l'insetto del suolo *Folsomia candida* (LC_{50} in 24 ore >150 mg/L per entrambi).

L'elevata tossicità acquatica sembra sostanzialmente indipendente dalla base oleosa utilizzata ed è probabilmente dovuta agli additivi presenti nelle formulazioni: l'emulsione olio e acqua che ne deriva presenta una tossicità acuta verso *D. magna* piuttosto elevata in tutti i test effettuati. Infatti anche l'olio di girasole emulsionato con un prodotto a ridotto impatto ambientale, sebbene presenti una tossicità inferiore (LC_{50} circa 50 mg/L) di quella riscontrata per i formulati per cardatura (LC_{50} circa 6 mg/L), risulta pericoloso per le acque superficiali e probabilmente proprio a causa dell'emulsionante necessario allo svolgimento della prova, come mostrano i risultati dei test effettuati sul solo emulsionante.

In questa fase si ritengono opportune due considerazioni: la prima riguarda la diversa biodegradabilità dei formulati. Durante il progetto Biovit venne testata la biodegradabilità acquatica potenziale utilizzando il rapporto BOD5/COD: se tale rapporto è superiore a 0.5 il lubrificante viene classificato come "in definitiva biodegradabile per via aerobica" dal manuale eco-label. Tale rapporto era di 0.55 per il formulato Oleante a base vegetale e di 0.28 per un formulato tradizionale. Una maggiore biodegradabilità consente generalmente un minore tempo di esposizione, riducendo, a parità di tossicità, il rischio ecotossicologico. Così se la tossicità acuta dei prodotti opportunamente confezionati è paragonabile, è ipotizzabile che lo stesso test fornirebbe risultati differenti se fosse

PROVE ECOTOSSICOLOGICHE SUGLI OLEANTI

condotto dopo un tempo sufficiente ad una biodegradazione aerobica dei formulati contenuti in soluzione acquosa.

La seconda considerazione riguarda il mercato attuale dei formulati per cardatura. Il oleante a base vegetale non si è dimostrato più tossico del suo omologo di origine petrolchimica, ed è con la tossicità acquatica di quest'ultimo che è necessario confrontarsi, non con la tossicità dei formulati oleanti in senso assoluto; casomai tali risultati dovrebbero incentivare la pubblica amministrazione a prendere coscienza della gravità del problema. Tanto più che, come accennato nella descrizione dei materiali testati, è in corso una continua innovazione del prodotto di origine vegetale; sulla base delle informazioni fornite dal mondo della ricerca si riscontra l'interesse di Houghton Italia ad una ulteriore riduzione dell'impatto ambientale, come ad esempio è avvenuto attraverso la sostituzione del diolo, presente all'1-3% nella vecchia formulazione, con un composto non classificato come irritante.

La tossicità acuta verso gli organismi del suolo non sembra elevata per nessuno dei formulati testati, quantomeno per quanto riguarda gli organismi che respirano l'atmosfera edafica come *F.candida*. Nel breve periodo non sembrano liberarsi nel suolo composti particolarmente pericolosi (LC_{50} sempre $\gg 150$ mg/L) e non sono state riscontrate differenze tra Oleante di sintesi, Oleante a base vegetale e l'olio di girasole tal quale. Ovviamente anche in questo caso valgono le considerazioni svolte in precedenza inerenti la diversa biodegradabilità dei prodotti. Diversamente uno sversamento dei formulati nel suolo presenterebbe grossi problemi a causa dello strato oleoso che può limitare gli scambi gassosi che sono di estrema importanza per la vita nel suolo, aspetto però probabilmente indipendente dalla base oleosa utilizzata. Uno sversamento di una quantità di oleante a base vegetale nel suolo per eliminare i suoi effetti negativi andrebbe diluito con una quantità di acqua di circa 64 volte la quantità sversata.

9 LA METODOLOGIA LCA

9.1 Introduzione

L'analisi del ciclo di vita dei prodotti è comparsa negli Stati Uniti alla fine degli anni '60 e si è affermata alla fine degli anni '80 come strumento per analizzare le questioni ambientali sia in Europa che negli Stati Uniti. La metodologia si basa su un approccio detto “*from cradle to grave*”, dalla culla alla tomba): presuppone infatti che, per studiare in maniera completa i sistemi produttivi industriali, se ne debbano esaminare le prestazioni seguendo ad ogni passo il cammino percorso dalle materie prime, a partire dalla loro estrazione dalla terra fino al loro ritorno alla stessa sotto forma di rifiuti.

Secondo la definizione fornita da SETAC nel 1993: “*L’LCA è un procedimento oggettivo di valutazione dei carichi energetici ed ambientali relativi ad un processo o ad un’attività, effettuato attraverso l’identificazione dell’energia e dei materiali usati e dei rifiuti rilasciati nell’ambiente. La valutazione include l’intero ciclo di vita del prodotto, processo o attività, comprendendo l’estrazione e il trattamento delle materie prime, la fabbricazione, il trasporto, la distribuzione, l’uso, il riuso, la manutenzione, il riciclo e lo smaltimento finale*” (Badino e Baldo, 1998).

La definizione di SETAC è stata ripresa nel 1997 da ISO, che nella norma 14040, relativa proprio alla valutazione del ciclo di vita, definisce l’LCA come: “*Una tecnica per valutare gli aspetti ambientali e i potenziali impatti ambientali associati a un prodotto, mediante:*

- *la compilazione di un inventario di ciò che di rilevante entra ed esce da un sistema di prodotto;*
- *la valutazione dei potenziali impatti ambientali associati a ciò che entra e a ciò che esce;*
- *l’interpretazione dei risultati riguardanti le fasi di analisi dell’inventario e di stima degli impatti in relazione agli obiettivi dello studio.*

L’LCA studia gli aspetti ambientali e gli impatti potenziali lungo tutta la vita del prodotto (cioè dalla culla alla tomba), dall’acquisizione delle materie prime, attraverso la fabbricazione e l’utilizzazione, fino allo smaltimento. Le principali categorie di impatto ambientale da tenere in considerazione riguardano l’utilizzo di risorse, la salute dell’uomo e le conseguenze ecologiche.”

Il ciclo di vita di un prodotto è costituito da tutte le fasi della sua vita:

- estrazione delle risorse necessarie per la sua produzione;
- lavorazione di tali risorse;
- fabbricazione del prodotto;
- imballaggio e distribuzione;
- uso e riuso;
- manutenzione;
- riciclaggio e dismissione dello stesso;
- operazioni di trasporto durante tutto il ciclo.

Il ciclo di vita di un prodotto è pertanto più esteso del ciclo produttivo, in quanto include non solo le fasi connesse alla fabbricazione del prodotto, ma anche quelle a monte e a valle della stessa (Spada di Nauta, 1994). I diversi stadi che compongono il ciclo di vita del prodotto sono a loro volta composti da sottoprocessi o operazioni unitarie; in ognuno di questi si preleva dall’ambiente una certa quantità di materia e di energia, si opera su queste una serie di trasformazioni e si rilascia nell’ambiente emissioni di varia natura (Wenzel, Haushild e Alting, 1997).

L’analisi degli impatti ambientali del ciclo di vita di un prodotto è possibile solo attraverso l’individuazione del cosiddetto “sistema di prodotto” la cui definizione e separazione dal sistema ambiente rappresenta il punto fondamentale della teoria LCA .

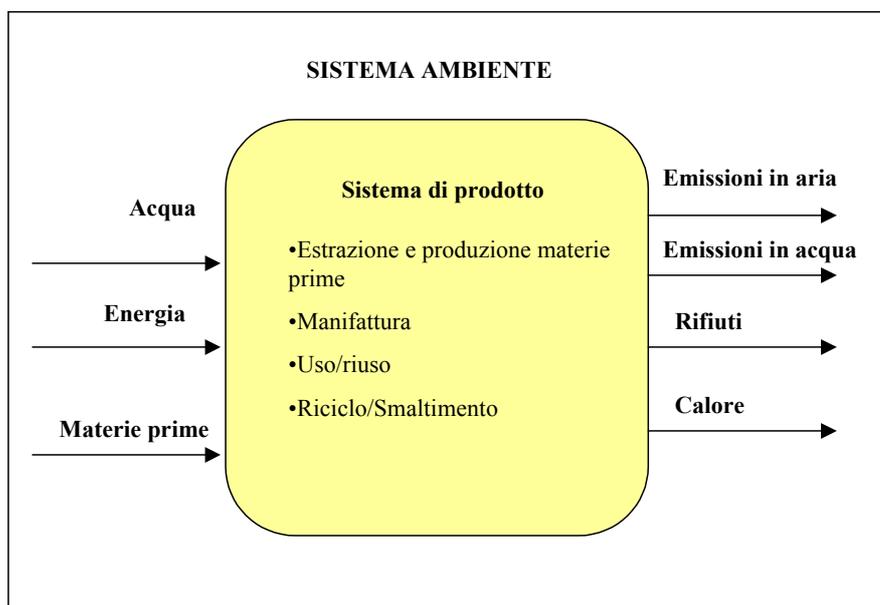


Figura 9.1 - Rappresentazione del sistema di prodotto

Il sistema di prodotto è un insieme di dispositivi, operazioni e procedure la cui funzione principale è la produzione di beni utili; tale sistema è separato dal sistema ambiente da confini ben definiti ed è a esso collegato grazie allo scambio di input e output (flussi elementari).

Definire il sistema di prodotto non è semplice: ogni sottoprocesso, nell’ambito del processo principale, è caratterizzato da prelievi dall’ambiente e da emissioni nello stesso; in ognuno di questi sottoprocessi vengono poi utilizzati energia e materiali ausiliari come acqua, reagenti o solventi, i quali, pur non entrando direttamente nel prodotto considerato, sono necessari al suo ottenimento. I materiali ausiliari e l’energia hanno, a loro volta, dei cicli di vita i cui impatti devono essere considerati.

9.2 Fasi dell’LCA

La struttura dell’LCA è sintetizzabile in quattro fasi, correlate tra loro, che costituiscono i vari passaggi della procedura da seguire nell’esecuzione degli studi (UNEP, 1996):

- Definizione obiettivo e campo d’applicazione (Goal and Scope Definition - GSD): in questa fase vengono definiti gli obiettivi dello studio che si sta per intraprendere, l’unità funzionale, ed i confini del sistema che si intende esaminare.
- Analisi dell’inventario (Life Cycle Inventory – LCI): inventario dei dati relativi a materiali ed energia presenti nel sistema per descrivere in maniera quantitativa il sistema esaminato.
- Valutazione degli impatti (Life Cycle Impact Assessment - LCIA): calcolo di opportuni indicatori di impatto, ottenuti correlando le varie sostanze in gioco con effetti ambientali locali e globali.
- Interpretazione dei risultati (Improvement Assessment): traduzione delle analisi compiute nelle due fasi precedenti in interventi di miglioramento del ciclo produttivo.

L’approccio metodologico è necessariamente di tipo dinamico e iterativo.

9.2.1 Definizione obiettivo e campo di applicazione (GSD)

In questa fase preliminare si stabilisce quale sistema produttivo viene analizzato specificando le ragioni per cui viene condotto lo studio di LCA e l’uso che si intende fare dei risultati della stessa; inoltre si esplicitano le assunzioni alla base dell’analisi.

Schematicamente questa prima fase comprende la definizione dei seguenti punti:

- Obiettivo;
- Campo di applicazione;
- Confini del sistema di prodotto;
- Unità Funzionale;
- Dati e loro qualità.

In particolare, l’unità funzionale è l’unità di misura di riferimento in base alla quale raccogliere, trattare ed esporre i dati e le informazioni di uno studio di LCA.

In realtà, il riferimento in base al quale misurare e valutare gli impatti ambientali di un prodotto e fare confronti tra prodotti diversi è la sua funzione, cioè il servizio o il risultato che il prodotto fornisce all’utilizzatore. Essendo però le unità di misura normalmente utilizzate (peso, volume, numero di pezzi ecc.) inadeguate a rappresentare la funzione del sistema di prodotto, è necessario definirne l’unità funzionale, che può essere intesa come l’indice, la misura delle prestazioni svolte dal sistema, ovvero del servizio reso all’utilizzatore.

9.2.2 L’analisi dell’Inventario (LCI)

La fase di analisi di inventario si articola nei seguenti punti:

- Diagramma di flusso;
- Raffinazione dei confini del sistema di prodotto;
- Raccolta dati;
- Trattamento dati.

Nella fase di Inventario si individuano e si quantificano gli input (materiali, energia ecc.) e gli output (emissioni in aria, acqua, suolo e rifiuti prodotti) del sistema di prodotto così come definito nella fase precedente.

LA METODOLOGIA LCA

Si tratta in pratica di una lista di estrazioni dall'ambiente e di emissioni nell'ambiente relative a tutti i processi inclusi nella fabbricazione, nel consumo e nella dismissione del prodotto.

I dati rappresentati nelle tavole di inventario (Inventory Tables) sono normalmente raggruppati in sei principali categorie di parametri:

- fuels (carbone, petrolio, gas, energia idroelettrica ecc.);
- feedstocks (carbone, petrolio, legno, gomma ecc.);
- materie prime (bauxite, minerale di ferro, legno, sabbia ecc.);
- emissioni gassose (polveri, monossido di carbonio (CO), anidride carbonica (CO₂), ossidi di zolfo (SO_x), ossidi di azoto (NO_x) ecc.);
- emissioni in acqua (BOD, COD ecc.);
- rifiuti solidi (rifiuti organici, industriali, di miniera, fanghi e ceneri ecc.).

Il primo passo della fase di Inventario consiste nella costruzione di un diagramma di flusso relativo al sistema di prodotto analizzato, che non è altro che una rappresentazione grafica delle varie operazioni che concorrono a formare il ciclo di vita del prodotto considerato.

I dati raccolti devono tutti essere riferiti all'unità funzionale definita.

9.2.3 Valutazione degli Impatti (LCIA)

La valutazione di impatto è la terza fase della valutazione del ciclo di vita e può essere suddivisa nelle seguenti parti:

- Classificazione;
- Caratterizzazione;
- Valutazione/pesatura.

Nel primo passaggio della fase di Valutazione degli Impatti, detto classificazione, gli input e gli output della tavola d'Inventario vengono raggruppati in classi dette "categorie di impatto" (impact categories) in base agli effetti ambientali potenziali cui contribuiscono.

In linea con il carattere iterativo dell'LCA, la scelta delle categorie d'impatto da considerare, fatta in maniera provvisoria e approssimativa in sede di definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione dello studio, viene rivista e raffinata per tenere in considerazione i risultati emersi durante la fase d'Inventario.

Il secondo passaggio previsto dalla fase di Valutazione degli Impatti è la caratterizzazione, un processo quantitativo in cui i dati di Inventario, precedentemente raggruppati nelle categorie d'impatto, sono tradotti in indicatori quantitativi d'impatto riferiti alle categorie stesse (Vigon, 1998).

L'ultimo passaggio, la Valutazione, ha proprio lo scopo di ottenere un indice unico (Indice Complessivo) che esprima le complessive conseguenze ambientali del sistema di prodotto oggetto di analisi, cioè un dato quantitativo in grado di definire l'effetto ambientale di tutti gli impatti considerati.

9.2.4 Interpretazione dei risultati

La fase di interpretazione dei risultati è costituita da tre sotto-fasi con finalità diverse. Quella del miglioramento è la fase che, fornendo le informazioni sull'impatto ambientale del sistema di prodotto studiato e concentrandosi sulle parti suscettibili di miglioramento, consente all'LCA di raggiungere il suo scopo finale che è quello di ottenere miglioramenti ambientali attraverso produzione e consumo più puliti.

Nella sotto-fase valutazione i risultati delle fasi precedenti sono controllati, valutati e rivisitati in relazione agli obiettivi e allo scopo definiti all'inizio dello studio.

La sotto-fase conclusioni e raccomandazioni è quella in cui ai risultati delle fasi più tecniche (Inventario e Valutazione) viene data una forma maggiormente comprensibile da parte del soggetto che utilizza i risultati dello studio a fini decisionali.

LA METODOLOGIA LCA

Stabilire il grado di affidabilità e validità dei risultati dello studio è invece lo scopo della sotto-fase della valutazione, nell'ambito della quale si eseguono analisi di completezza, sensitività, significatività e coerenza tese a evidenziare le possibili conseguenze di eventuali esclusioni di informazioni e a valutare gli effetti diretti (derivanti dai dati stessi) e indiretti (derivanti dalla metodologia utilizzata) sui risultati dello studio delle scelte effettuate.

L'analisi di completezza è una procedura qualitativa che si concentra sui dati raccolti nella fase di Inventario con lo scopo di verificare se sia necessario completare l'insieme dei dati raccolti.

L'analisi di sensitività si pone lo scopo di valutare gli effetti delle assunzioni fatte sui risultati finali, di verificare se questi sono fortemente dipendenti da particolari dati, di controllare quei dati la cui qualità è sospetta e, infine, di stimare gli effetti delle variazioni dei parametri sui risultati dello studio. Considerando le molteplici fonti di incertezza, esistono due tipi di analisi di sensitività: la prima ha per oggetto i dati e riguarda gli effetti che la non completa affidabilità degli stessi (es. uso di dati medi) ha sui risultati dello studio; la seconda riguarda scelte fatte nell'ambito dello studio come procedure di allocazione o definizione dei confini del sistema, la cui ragionevolezza e i cui effetti sui risultati finali devono essere valutati (UNEP, 1996). In pratica, attraverso un'analisi di significatività si valuta, in termini quantitativi, l'incertezza del risultato.

L'analisi di coerenza è una procedura qualitativa tesa a verificare la coerenza dei metodi, del sistema di trattamento dei dati e delle procedure impiegati nel corso dell'intero studio, specialmente nel caso di studi comparativi. Oggetto di questa analisi sono solitamente le articolazioni regionali e temporali, i confini del sistema, i metodi di allocazione e i metodi di valutazione.

Essendo lo studio di LCA un processo iterativo, le analisi di completezza, sensitività e di significatività svolte in questa sede potrebbero portare alla revisione dei confini del sistema di prodotto precedentemente individuati o alla revisione delle scelte relative alle categorie d'impatto precedentemente fatte.

Una volta terminato lo studio di LCA, si procede alla formulazione delle conclusioni e raccomandazioni da comunicare, attraverso un rapporto finale, ai soggetti che utilizzano i risultati dello studio stesso a fini decisionali e agli altri soggetti interessati.

9.3 Il ciclo di vita del prodotto tessile

Il ciclo di vita del prodotto tessile può essere schematizzato, in maniera puramente indicativa, nelle seguenti fasi:

- produzione della fibra (naturale, sintetica, artificiale);
- produzione del filato (filatura cardata o pettinata);
- produzione del tessuto (tessitura ortogonale oppure a maglia);
- trattamenti di pre-tintura (lavaggio, candeggio, sbazzimatura);
- tintura (in fiocco, in pezza, in filo o in capo) o stampa;
- finissaggio (operazioni meccaniche o chimiche);
- manifattura del capo;
- utilizzo del prodotto;
- dismissione del prodotto dopo l'uso (discarica, incenerimento, riciclo).

Rispetto ad altri prodotti, l'analisi del ciclo di vita nel settore tessile è ad un livello ancora iniziale. Il motivo è la scarsità di dati e informazioni relativi agli impatti ambientali delle ultime due fasi del ciclo di vita (uso e dismissione). Tali fasi, infatti, sono state a lungo ignorate in termini di implicazioni ambientali, mentre sono abbastanza conosciute quelle relative al processo produttivo (produzione e lavorazione delle materie prime).

9.3.1 Gli impatti ambientali della fase di produzione e lavorazione delle materie prime

Di seguito sono riassunti i principali impatti sulle matrici ambientali dovuti alla produzione e alla lavorazione delle materie prime necessarie al ciclo produttivo tessile.

Lana	Inquinamento idrico provocato dalla fase di lavaggio della lana vergine del ciclo pettinato	- notevole impiego di acqua e di energia, oltre che di detersivi, sintetici e tensioattivi, e spesso di sali di sodio o solventi organici. Elevati valori di COD
	Inquinamento idrico ed emissioni in atmosfera provocati dalla fase di carbonizzo del ciclo cardato	- eseguito con vapori di acido cloridrico o in bagni di acido solforico; genera una quantità non trascurabile di solidi sospesi e AOX negli scarichi idrici oltre a un quantitativo rilevante di polveri e vapori acidi
Cotone	Uso di sostanze chimiche nelle coltivazioni	- residui sulle coltivazioni e nel terreno
Fibre chimiche	Formazione del polimero (pasta) attraverso fusione con calore o reazione chimica della materia prima naturale o sintetica. Estrusione attraverso la filiera e raffreddamento in bagni a base di acqua o ad aria.	- si consumano grandi quantità d'acqua e si producono scarichi idrici ed emissioni in aria di condense e vapori.

Tabella 9.1 - Impatti dovuti alle fasi di produzione delle materie prime

9.3.2 Gli impatti ambientali del processo produttivo tessile

Il processo produttivo tessile è un grande utilizzatore di energia elettrica e di calore. L'energia elettrica è utilizzata per far funzionare i vari macchinari, mentre il calore è necessario nella produzione di fibre chimiche, alla generazione del vapore utilizzato nelle varie fasi, a riscaldare e mantenere i bagni di tintura e di lavaggio e nelle operazioni di asciugatura.

Inoltre, nel processo produttivo tessile vi è un impiego massiccio di acqua tanto che questa può essere considerata una vera e propria materia prima. Per di più, l'uso dei cosiddetti ausiliari tessili, cioè di quelle sostanze usate per conferire ai filati e ai tessuti specifiche proprietà nella fase di nobilitazione e dei coloranti nella tintura originano grandi quantità di reflui liquidi inquinati.

LA METODOLOGIA LCA

Nelle tabelle seguenti sono riassunti i principali impatti causati dalle singole fasi di lavorazione (le voci in blu indicano prodotti che vengono riutilizzati all'interno del ciclo di produzione) e le caratteristiche delle emissioni prodotte (tabella 11).

Lavorazione	INPUT				OUTPUT			Rumore
	Energia		Acqua	Sostanze chimiche	Emissioni in acqua	Emissioni in Aria	Rifiuti	
	elettrica	termica						
Cernita	-	-	-	-	-	-	Imballaggi, peluria, fodere, bottoni	-
Lavaggio	-	X	X	Tensioattivi	X	-		-
Carbonizzo (a secco e a umido)			X	Acido solforico, acido cloridrico	X	Vapori acidi	Peluria	-
Filatura	X	-	-	Lubrificanti, tensioattivi	-	X	Peluria, cascami	X
Orditura	X	-	-	Bozzime(*)	X		Peluria	X
Pettinatura	X				-		Peluria, cascami	X
Tessitura	X	-	-		-		Peluria	X
Preparazione alla tintura					X	X		
Tintura e stampa		X	X	Coloranti, Sali, tensioattivi	X	X		
Finissaggio	X	X		Additivi		X	Imballaggi, peluria	X

(*) qualora le bozzime vengano applicate vanno successivamente rimosse tramite dei bagni che creano reflui

Tabella 9.2 - Principali impatti sull'ambiente causati dalle singole lavorazioni tessili

Emissioni in acqua	<ul style="list-style-type: none"> - acque di raffreddamento con temperature medio alte ma scarso carico inquinante; - acque di processo scaricate dai bagni di imbozzimatura e incollaggio, sbozzimatura e disincollaggio, spurga, candeggio, mercerizzo, tintoria, e finissaggio, con un notevole carico inquinante; - acque di lavaggio originate dai lavaggi successivi alle operazioni sopra indicate, con un carico inquinante rilevante.
	Caratteristiche degli scarichi: <ul style="list-style-type: none"> - temperature piuttosto elevate che alterano le condizioni di vita nei corpi ricettori; - odori e colori forti; - alti livelli di pH, che pregiudicano la vita acquatica; - contenuto di sostanze organiche (residui di fibre, oli, amidi e altre impurità) e solidi sospesi che determinano un innalzamento dei valori di COD e di BOD; - coloranti di vario tipo, difficilmente biodegradabili inibitori dell'attività batterica; - tensioattivi di tutti i tipi utilizzati come lubrificanti, antistatici, detergenti, emulsionanti, disperdenti, follanti, carriers, egualizzanti, imbibenti, fissanti e ammorbidenti; - metalli pesanti che possono essere contenuti nelle stesse acque utilizzate, originati dalla produzione di fibre chimiche (zinc, rame e antimonio), nei coloranti (piombo, rame, cromo e nichel) o generati durante la fase di tintura come impurità; - composti organici alogenati (AOX) cancerogeni per l'uomo e tossici per la vita acquatica.
Emissioni in aria	Emissioni delle centrali termiche che forniscono al processo calore e energia: ossidi di zolfo (SO _x), ossidi di azoto (NO _x) e ossidi di carbonio (CO _x).
	Emissioni delle singole operazioni del processo tessile: <ul style="list-style-type: none"> - oli evaporati che si generano quando viene riscaldato il materiale (filato o tessuto); - vapori acidi prodotti nel carbonizzo, nelle operazioni di preparazione, di alcuni tipi di tintura e di alcune operazioni di finissaggio; - vapori di solventi contenenti sostanze tossiche generati da tinte e operazioni di finissaggio; - VOCs emessi dalle operazioni di asciugatura di materiali contenenti certi ausiliari chimici; - odori associati alle emissioni citate; - polveri generate soprattutto nella fase di estrazione e lavorazione materie prime (naturali e sintetiche), durante la filatura, tessitura e confezione e nella preparazione dei coloranti in polvere da utilizzare per la tintura o la stampa.

LA METODOLOGIA LCA

Rifiuti	<ul style="list-style-type: none"> - fibre tessili e cascami recuperabili (filatura, tessitura e confezione); - fibre tessili non recuperabili per deterioramento e impurità (filatura, tessitura e confezione); - fanghi generati dalle operazioni di depurazione delle acque di scarico; - oli esausti; - rifiuti di imballaggio (carta, legno, metallo, plastica ecc.); - residui chimici (sostanze usate per l'imbozzimatura, coloranti e pigmenti, tensioattivi, ecc.).
Rumore	Generato da motori, ingranaggi, organi meccanici in movimento, ventilatori, cui va aggiunto il contributo di aspirazioni di aria localizzate (fisse o mobili), bocchette di estrazione e emissione dell'aria di impianti generalizzati o installati sulle macchine stesse. La rumorosità delle singole unità produttive viene poi esaltata dall'alta densità di macchine nei reparti.

Tabella 9.3 - Caratteristiche delle emissioni prodotte dal processo tessile

9.3.3 Gli impatti ambientali della confezione del prodotto

Gli impatti ambientali della fase di confezione devono essere ancora valutati.

Si può tuttavia affermare che tale fase, sebbene contribuisca in modo irrisorio al consumo totale di acqua e di energia, costituisce un elemento rilevante in relazione all'ambiente a causa degli scarti di lavorazione (cascami e ritagli), delle polveri e del rumore che genera.

9.3.4 Gli impatti ambientali della fase d'uso

La stima della vita utile del prodotto tessile non è facile; di sicuro esso durante il suo impiego è lavato, asciugato e stirato.

Il lavaggio viene eseguito con acqua (a mano o in lavatrice), con l'aggiunta di detersivi e di altre sostanze chimiche (sbiancanti, ammorbidenti e rinvigoriscenti del colore), o a secco per mezzo di solventi (percloroetilene) con forte potere pulente e sgrassante, cui sono aggiunti altri prodotti chimici.

Gli aspetti rilevanti dal punto di vista ambientale sono:

- l'uso di acqua;
- il consumo di energia;
- il rilascio dei detersivi e delle altre sostanze nell'acqua;
- il rilascio nei reflui e nell'aria dei solventi.

L'asciugatura del prodotto tessile può essere realizzata all'aria aperta, senza conseguenze ambientali, o utilizzando apposite macchine asciugatrici che consumano una grande quantità di elettricità, consumo peraltro variabile a seconda della fibra (in generale le fibre naturali consumano più energia di quelle sintetiche).

Anche la stiratura del prodotto comporta il consumo di elettricità oltre che l'utilizzo di modeste quantità di prodotti chimici (appretti).

9.3.5 Gli impatti ambientali del fine vita

Il prodotto tessile finito, così come gli scarti di lavorazione, presentano ottime opportunità di riciclaggio all'interno dello stesso settore o all'esterno.

All'interno del settore, il prodotto tessile ancora utilizzabile può essere rimesso in circolo dal mercato dell'usato oppure, così come gli scarti di lavorazione, può essere rigenerato in nuove fibre e quindi nuovi prodotti.

All'esterno del settore il prodotto tessile dismesso può trovare impiego come:

- straccio, in settori come il meccanico o il cartario;
- materiale da riempimento;
- isolante acustico (le fibre particolarmente corte e le polveri di filatura).

LA METODOLOGIA LCA

Essendo il prodotto tessile in generale realizzato con sostanze ad elevato contenuto energetico, anche l’incenerimento con recupero energetico offre buone possibilità di gestire in modo sostenibile il fine vita di questo tipo di prodotto. Alternativa certamente meno sostenibile per la gestione del fine vita del prodotto tessile è la discarica che tuttavia ad oggi è la principale via di smaltimento percorsa.

9.4 Applicazione della metodologia LCA al caso di studio

9.4.1 Sistemi di prodotto messi a confronto e definizione dell'unità funzionale

L'analisi LCA svolta nel presente studio ha avuto come scopo quello di confrontare gli effetti ambientali relativi alla produzione di filato utilizzando nella fase di unzione rispettivamente un oleante tradizionale di sintesi e un oleante a base vegetale.

Nella figura seguente sono schematizzati i sistemi di prodotto 1 (produzione di filato con oleante sintetico tradizionale) e 2 (produzione di filato con oleante a base vegetale) esaminati.

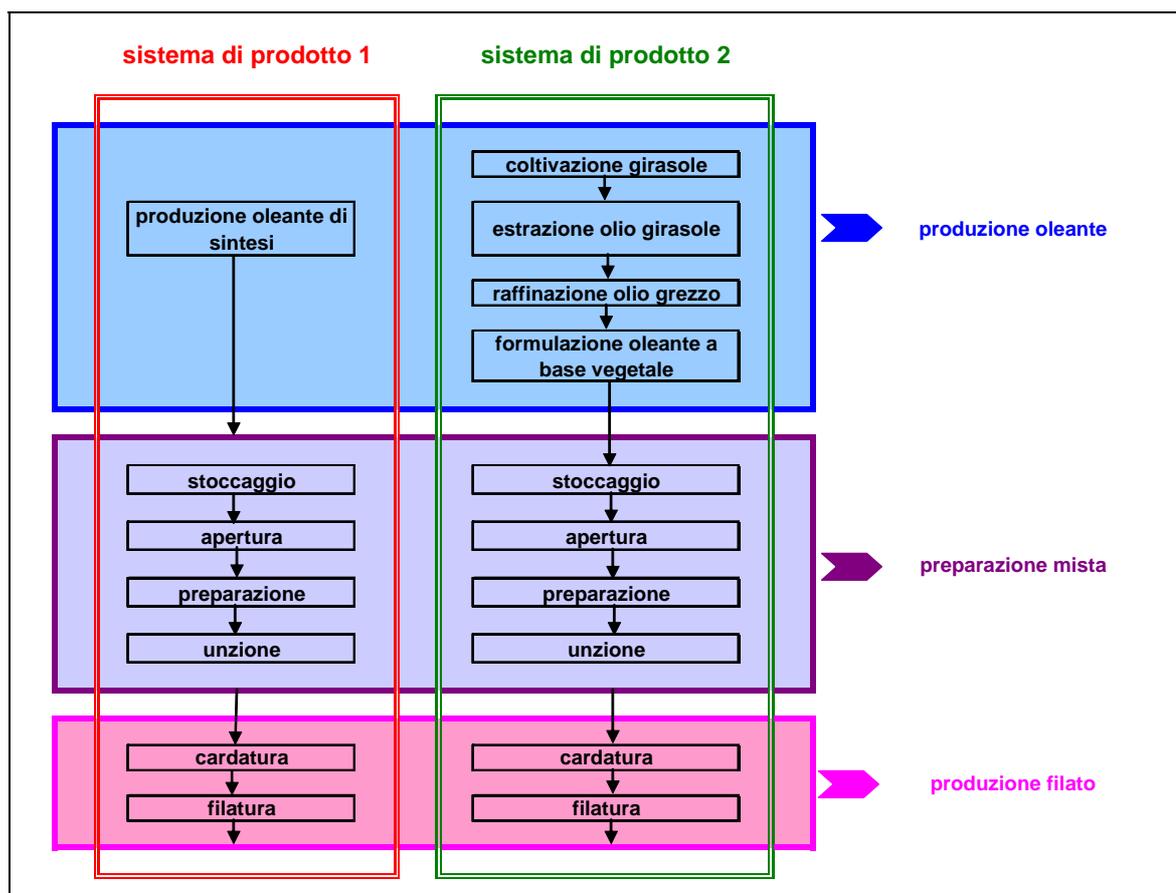


Figura 9.2 – Schema dei sistemi di prodotto 1 e 2 messi a confronto

L'unità funzionale del sistema, in riferimento alla quale sono state effettuate tutte le valutazioni dello studio, è stata definita come *"la produzione di una tonnellata di filato cardato"* secondo la tecnica pratese.

Come si può notare dallo schema riportato nella figura precedente il ciclo di vita dei prodotti è stato suddiviso nei seguenti sottosistemi:

- produzione dell'oleante;
- preparazione della mista;
- produzione del filato.

Non è stata invece presa in considerazione la fase di produzione del tessuto e della sua rifinitura/nobilitazione poiché, a parità di prodotto finale, in tali lavorazioni non esistono differenze sostanziali. E' necessario tuttavia ricordare che gli oleanti applicati nel ciclo di

LA METODOLOGIA LCA

lavorazione e presenti sul tessuto vengono allontanati dal prodotto nella fase di rifinizione (in particolare in quelle di lavaggio ed asciugatura) secondo le seguenti proporzioni: circa il 90% del lubrificante finisce nelle acque di lavaggio e viene convogliato negli scarichi; il 5% circa viene allontanato nella fase di asciugatura (ramosa) sottoforma di emissioni atmosferiche e l'altro 5% circa rimane sul tessuto.

E' evidente che la forma di smaltimento maggiormente critica è quella relativa agli scarichi proprio perché gli oleanti generalmente utilizzati nel ciclo tessile possono creare problemi legati alla non biodegradabilità e al bioaccumulo nei corpi ricettori. Il quantitativo di prodotto che invece viene allontanato nella fase di asciugatura non desta particolari problemi sia perché poco rilevante in quantità sia perché convogliata a sistemi di abbattimento delle emissioni.

Poiché l'aspetto dello smaltimento dell'oleante riveste un'importanza notevole nel confronto dei sistemi di prodotto esaminati e tale aspetto non è stato esaminato nell'analisi LCA si è ritenuto necessario mettere in evidenza il bilancio di composti in uscita dalla fase di lavaggio ed asciugatura per evidenziare la differenza esistente nelle due ipotesi.

Ciascuno dei sottosistemi in cui è stato suddiviso il sistema di prodotto è stato ulteriormente frazionato nelle fasi di lavorazione di cui si compone e per ciascuna di esse sono stati caratterizzati i dati in ingresso ed in uscita (in termini di materie prime, energia ed altri consumi, produzione di rifiuti o scarti ed emissioni) con lo scopo di eseguire la prima fase dello studio (inventario).

I due sistemi di prodotto esaminati differiscono in maniera sostanziale solo nel sottosistema relativo alla produzione dell'oleante (vedi fig.9.1). Gli altri sottosistemi prevedono le stesse fasi di lavorazione; le uniche ulteriori differenze si riscontrano nella fase di unzione che prevede percentuali di utilizzo dell'oleante diverse in funzione della tipologia di oleante impiegato.

Per realizzare la fase di inventario sono stati utilizzati dati quasi interamente raccolti direttamente sul campo durante le fasi di sperimentazione agricola ed industriale tramite la compilazione di schede appositamente predisposte o tramite interviste dirette agli operatori del settore. Tuttavia alcuni dati, ad esempio quelli relativi alla produzione delle materie prime da impiegare nella fase di formulazione degli oleanti, sono stati tratti dalle banche dati presenti nel software SimaPro 7.0 dell'olandese "Pre Consultans B.V..

SimaPro, uno dei sistemi maggiormente utilizzato nella fase di valutazione di impatto del ciclo di vita dei prodotti, è stato utilizzato anche per la fase di valutazione degli impatti.

Il software fornisce sia un output testuale, in cui i risultati sono presentati per ogni fase dall'inventario alla valutazione degli impatti, sia un output grafico. Nella modalità grafica è possibile selezionare due diverse schermate:

- la prima mostra un diagramma di flusso che schematizza il sistema di prodotto e per ogni unità del sistema viene evidenziato il contributo di questo rispetto al totale del carico ambientale;
- la seconda invece mostra i risultati dei calcoli con un diagramma a barre, seguendo la stessa suddivisione del sistema di prodotto o delle categorie di impatto.

Per la valutazione degli impatti delle varie fasi di lavorazione è stato utilizzato il metodo Eco – Indicator '99. Tale metodologia è basata sulla teoria del "danno", conforme per molti aspetti alla normativa ISO 14042. Il metodo consiste nella trasformazione dei dati raccolti nella fase di inventario in un punteggio che esprime, in maniera proporzionale, un "danno ambientale" inteso come contributo ad almeno una delle tre categorie di danno riportate nella tabella seguente:

Categoria	Effetto ambientale
Danno alla salute	Effetti cancerogeni
	Effetti respiratori causati da sostanze organiche
	Effetti respiratori causati da sostanze inorganiche
	Danni causati dal cambio di clima
	Effetti causati da radiazioni ionizzanti
	Effetti causati dall'assottigliamento dello strato di ozono
Danno all'ecosistema	Danni causati da emissioni tossiche
	Danni causati dall'effetto combinato di acidificazione e eutrofizzazione
	Danni causati dall'occupazione e dalla conversione del suolo
Danno alle risorse	Danni causati dall'estrazione di minerali
	Danni causati dall'estrazione di combustibili fossili

Tabella 9.4 - Categorie degli effetti ambientali –Eco-Indicator 99

Per giungere alla valutazione dei tre effetti sopra indicati la metodologia richiede il calcolo di categorie di danno intermedie. I tre macroindicatori e tutti i risultati intermedi che ad essi fanno riferimento sono espressi con le stesse unità di misura, che sono rispettivamente:

- DALY (Disability Adjusted Life Years): un danno di 1 DALY significa la perdita in un anno di un individuo o, equivalentemente, che una persona soffre di un 25% di invalidità per quattro anni a causa degli effetti degli impatti ambientali.
- PDF·m²·yr (Potential Disappeared Fraction of Species): un danno pari ad 1 unità significa che tutte le specie di piante scompaiono da un m² in un anno o, equivalentemente, che il 10% di tutte le specie scompaiono da 10 m² durante 10 anni.
- MJ surplus energy: in questa maniera si valuta la quantità di energia addizionale che si dovrà spendere in futuro per l'estrazione di minerali o di combustibili.

Il metodo “Eco-Indicator 99” considera tre diverse prospettive di tempo entro le quali si verificano determinati impatti ambientali. Per ognuna delle prospettive di tempo il metodo assegna pesature diverse alle varie categorie di impatto, modificando quindi il risultato fondato sullo stesso inventario del sistema di prodotto, basandosi semplicemente su considerazioni culturali. Le tre prospettive presenti nella metodologia sono:

- Egalitarian: visione a lungo termine; anche una minima prova scientifica giustifica l'inclusione di un effetto;
- Individualist: visione a breve termine; solo gli effetti comprovati sono inclusi;
- Hierarchist: visione a medio termine; l'inclusione è decisa in base al consenso dell'opinione scientifica.

Per la valutazione contenuta in questo studio si è deciso solo l'impostazione che il modello consiglia di default, ossia quella a medio termine.

9.4.2 Sistema di prodotto 1: filato prodotto con oleante di sintesi tradizionale

Ai fini della raccolta dati (fase di inventario) per l'esecuzione dello studio di LCA il sistema di prodotto relativo all'oleante di sintesi tradizionale è stato schematizzato secondo lo schema seguente nel quale sono individuati anche i confini del sistema esaminato.

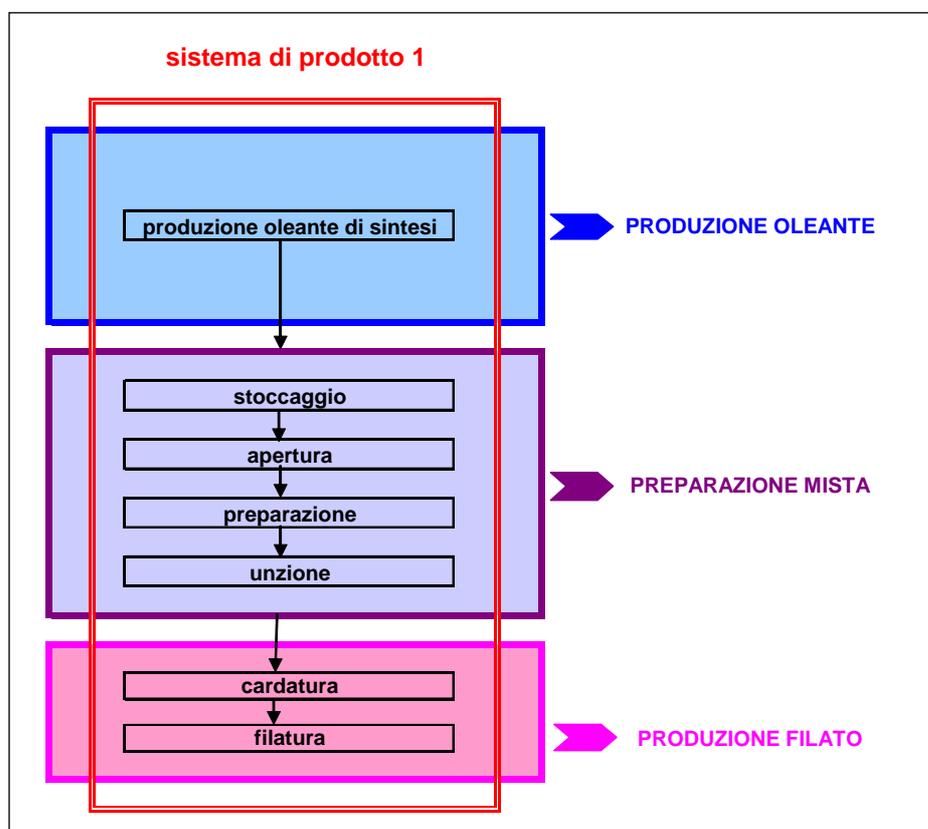


Figura 9.3 - Schema sistema di prodotto dell'oleante di sintesi

Rispetto al sistema di prodotto 2 (filato prodotto con utilizzo di oleante a base vegetale), esaminato nel dettaglio nel paragrafo successivo, il sottosistema che differisce in maniera sostanziale è la fase di produzione dell'oleante; gli altri sottosistemi prevedono le stesse fasi di lavorazione.

9.4.2.1 Produzione dell'oleante

La fase di produzione dell'oleante tradizionale di sintesi è costituita dalla sola formulazione del prodotto che consiste nella miscelazione, attraverso l'utilizzo di un macchinario automatizzato, dei vari componenti nelle proporzioni stabilite.

Nella tabelle seguenti è riportata la composizione standard di un tipico oleante di sintesi utilizzato in cardatura (range) e la composizione effettivamente utilizzata nello svolgimento dell'analisi LCA.

LA METODOLOGIA LCA

Composizione	% sul prodotto	% sul secco
acqua	50%	
Principio attivo	50%	
dodecilbenzene	35%	50-80%
alcool etossilato (o altro)(*)	10%	20 – 30%
glicole (o altro)	5%	10%

Tabella 9.5 – Composizione tipica di un oleante di sintesi (range)

Composizione	% sul prodotto	% sul secco
acqua	50%	
Principio attivo	50%	
dodecilbenzene	35%	70%
alcool etossilato (o altro)(*)	10%	20%
glicole (o altro)	5%	10%

Tabella 9.6 – Composizione dell'oleante di sintesi utilizzata nell'analisi LCA

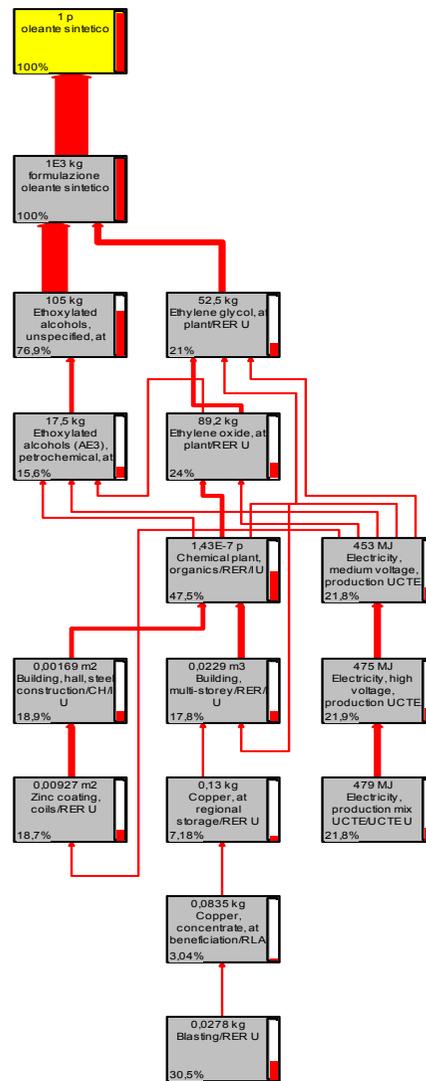
Nella fase successiva dello studio è previsto il confronto con il sistema di prodotto 2 (filato prodotto con oleante a base vegetale) nella quale si considera anche la fase di coltivazione del girasole e di conseguenza l'occupazione di suolo per tale attività. Si deve tuttavia ricordare che l'ipotesi di attivazione della filiera proposta comprende anche la possibilità di utilizzare per la produzione dell'oleante a base vegetale coltivazioni già presenti sul territorio, indipendentemente dallo specifico uso proposto. Pertanto, per rappresentare anche tale situazione si è proceduto:

- quantificando gli ettari necessari alla coltivazione del quantitativo di girasole utilizzato per la produzione dell'olio di girasole necessario nella fase di formulazione (min e max in relazione alla resa di girasole nei vari terreni);
- considerando, per tale estensione, ai fini del bilancio ambientale, anche per l'oleante sintetico l'effetto dell'occupazione del suolo.

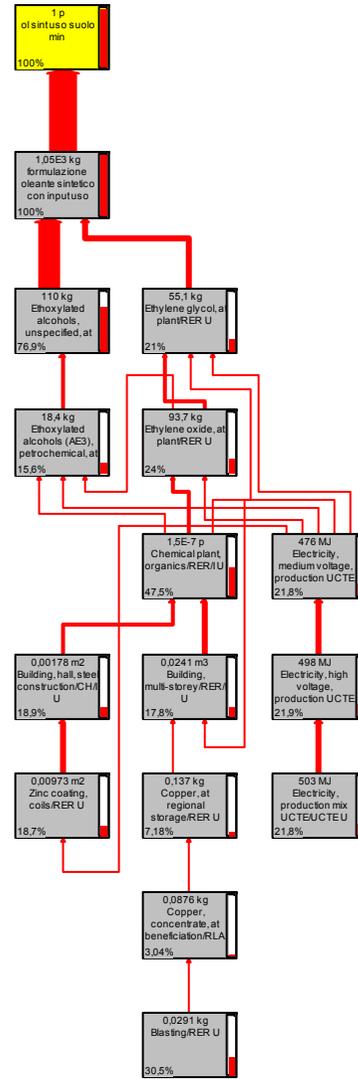
Nelle figure seguenti sono riportati:

- i sistemi di prodotto presi in considerazione (senza e con ipotesi di occupazione del suolo) a meno delle fasi con peso trascurabile che, per semplicità di visualizzazione, non sono stati rappresentati;
- i risultati delle valutazioni effettuate con il metodo Eco-Indicator '99 sia in termini di indicatori finali sia per singola categoria di impatto.

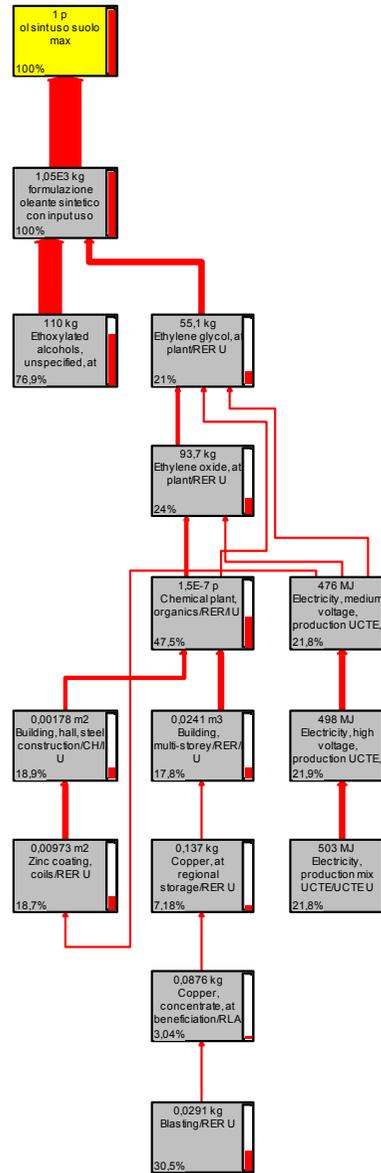
OLEANTE SINTETICO (SENZA OCCUPAZIONE DI SUOLO COLTIVABILE)



OLEANTE SINTETICO (CON OCCUPAZIONE DI SUOLO COLTIVABILE - MINIMO)



OLEANTE SINTETICO (CON OCCUPAZIONE DI SUOLO COLTIVABILE - MASSIMO)



LA METODOLOGIA LCA

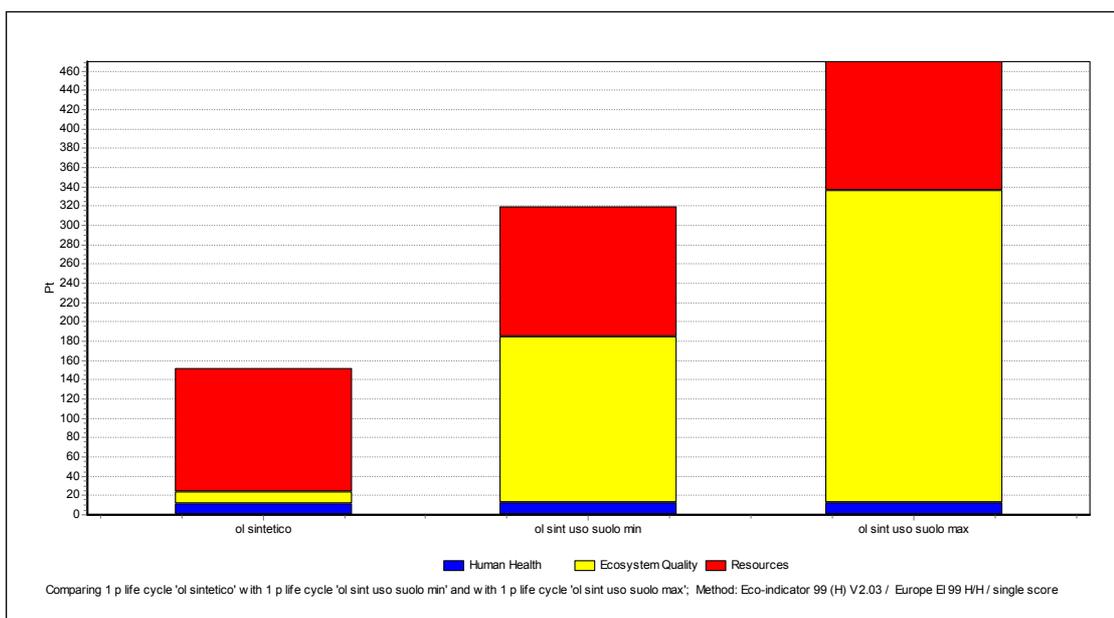


Figura 9.4 – Risultati Eco –Indicator’99 per oleante di sintesi - indicatori finali

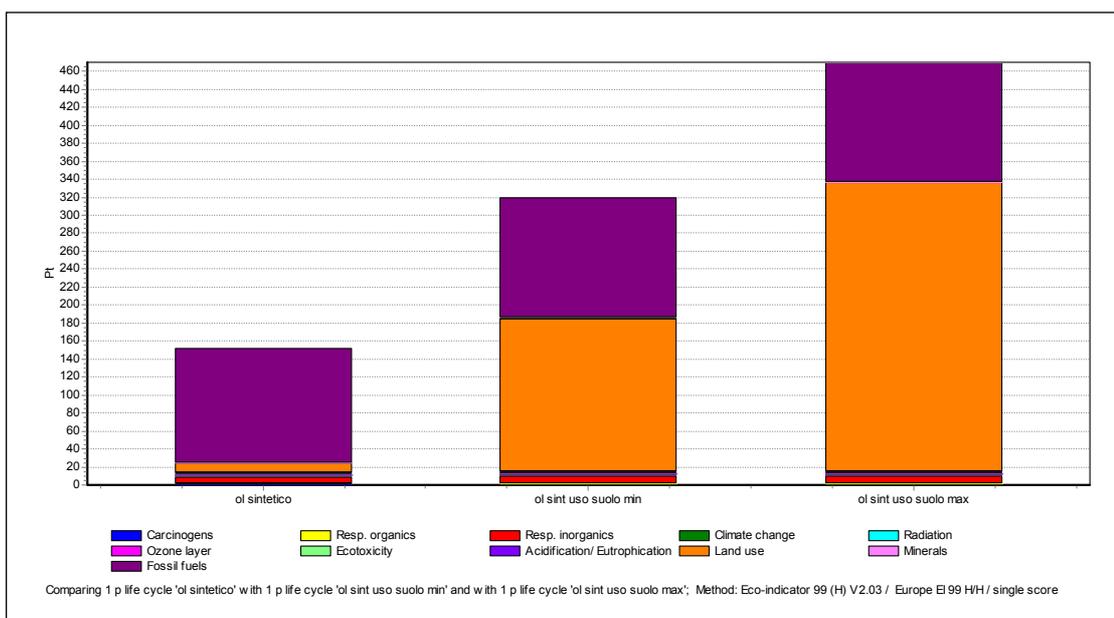


Figura 9.5 – Risultati Eco –Indicator’99 per oleante di sintesi – categorie di impatto

I risultati mostrano:

- uno scenario di impatto minore quando viene considerata la sola fase di formulazione;
- uno scenario di impatto maggiore quando viene considerato anche il bilancio relativo all’occupazione del suolo per la simulazione dell’ipotesi in cui venga utilizzato girasole proveniente da suoli comunque coltivati, differenziato sulla base della resa del girasole sui vari terreni (minimo e massimo).

Come è possibile notare nella figura 9.5 gli impatti maggiori sono quelli relativi alle categorie: land use, fossil fuels e respiratory inorganics.

Nel confronto fra i tre sistemi considerati vi è una minima differenza per tutte le categorie di impatto a vantaggio dello scenario in cui viene considerata solo la fase di formulazione ed invece una differenza marcata per la categoria land use a scapito degli scenari in cui viene considerato anche il bilancio relativo all'occupazione del suolo.

9.4.2.2 Preparazione della mista e produzione del filato

La fase di preparazione della mista consiste nell'esecuzione di alcune operazioni preliminari (apertura balle mista, lupa, aspirazione mista nelle camere di accumulo e da qui alla fase di unzione, ecc.) e nella fase di unzione nella quale la mista viene meccanicamente cosparsa di oleante e lasciata riposare per circa 24-48 ore. In tale fase viene generalmente utilizzato un quantitativo di oleante che varia tra il 6 e l'8% del peso della mista in ingresso alla lavorazione. La percentuale di oleante effettivamente impiegata dipende dalle caratteristiche proprie del prodotto utilizzato (in particolare dal grado di diluizione del principio attivo) oltre che dalla tipologia di mista lavorata e dalla lavorazione eseguita.

Per la simulazione della fase di unzione nel modello di analisi LCA sono stati considerati i seguenti casi:

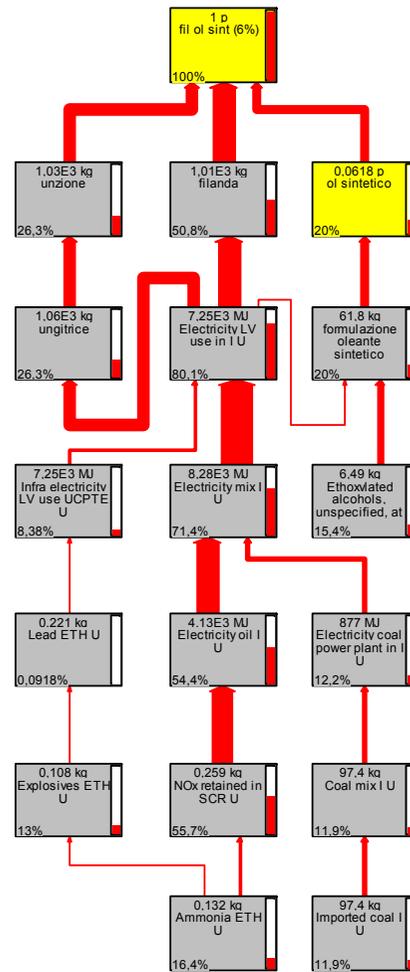
- unzione con percentuale di oleante sintetico pari al 6% del peso della mista in ingresso;
- unzione con percentuale di oleante sintetico pari al 8% del peso della mista in ingresso.

La fase di produzione vera e propria del filato consta della cardatura tramite la quale la mista in ingresso alla fase acquisisce la consistenza di stoppino e della filatura che lo trasforma nel prodotto finale (filato).

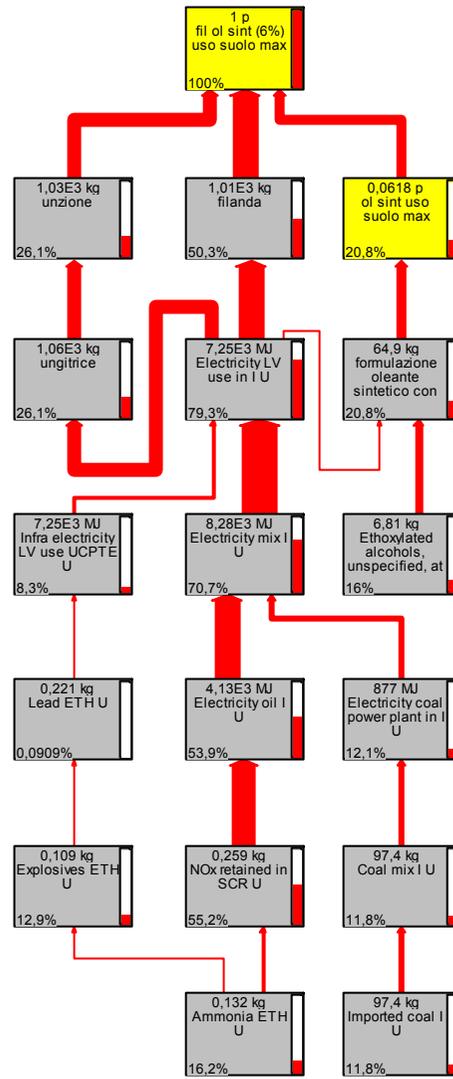
Nelle figure seguenti sono riportati:

- i sistemi di prodotto presi in considerazione a meno delle fasi con peso (effetti ambientali) trascurabile che, per semplicità di visualizzazione, non sono stati rappresentati;
- i risultati delle valutazioni effettuate con il metodo Eco-Indicator '99 sia in termini di indicatori finali sia per singola categoria di impatto.

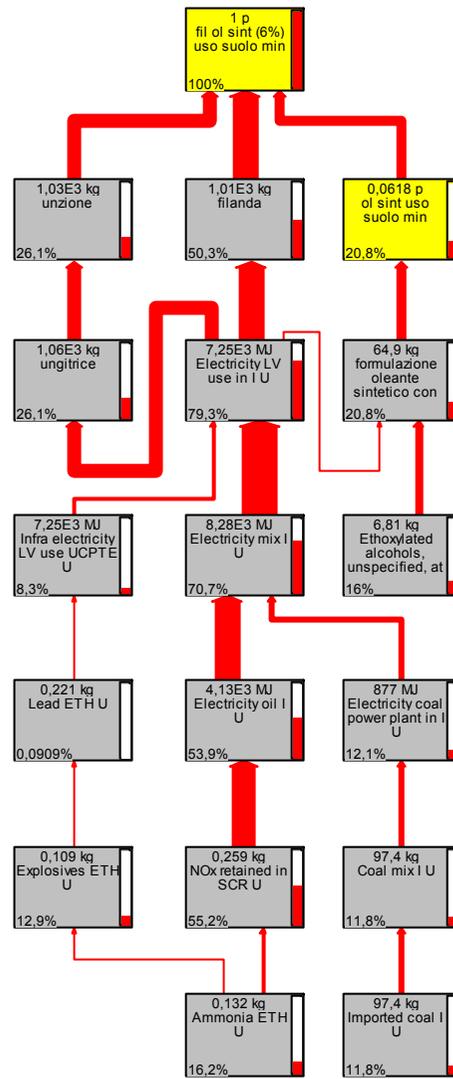
FILATO PRODOTTO CON OLEANTE TRADIZIONALE DI SINTESI – UNZIONE 6%



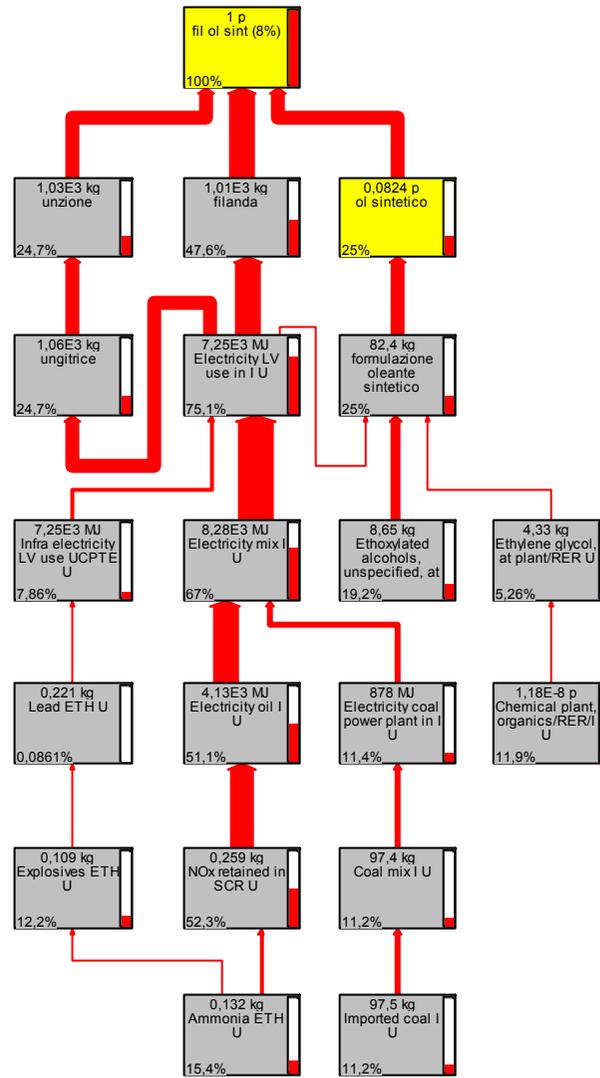
FILATO PRODOTTO CON OLEANTE TRADIZIONALE DI SINTESI – UNZIONE 6%, OCCUPAZIONE DEL SUOLO MASSIMA



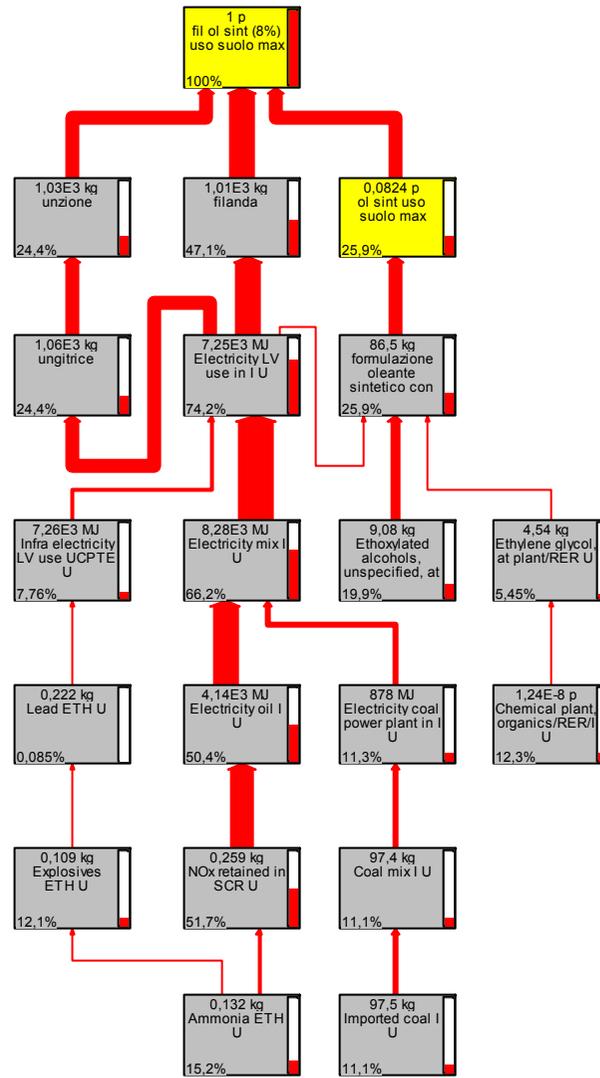
FILATO PRODOTTO CON OLEANTE TRADIZIONALE DI SINTESI – UNZIONE 6%, OCCUPAZIONE DEL SUOLO MINIMA



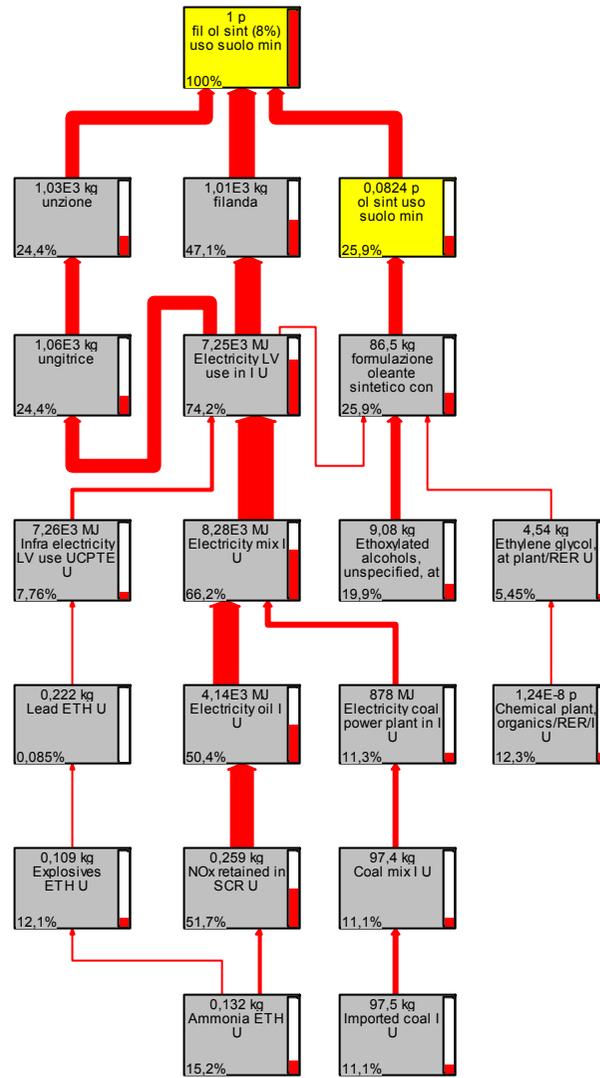
FILATO PRODOTTO CON OLEANTE TRADIZIONALE DI SINTESI – UNZIONE 8%



FILATO PRODOTTO CON OLEANTE TRADIZIONALE DI SINTESI – UNZIONE 8%, OCCUPAZIONE DEL SUOLO MASSIMA



FILATO PRODOTTO CON OLEANTE TRADIZIONALE DI SINTESI – UNZIONE 8%, OCCUPAZIONE DEL SUOLO MINIMA



LA METODOLOGIA LCA

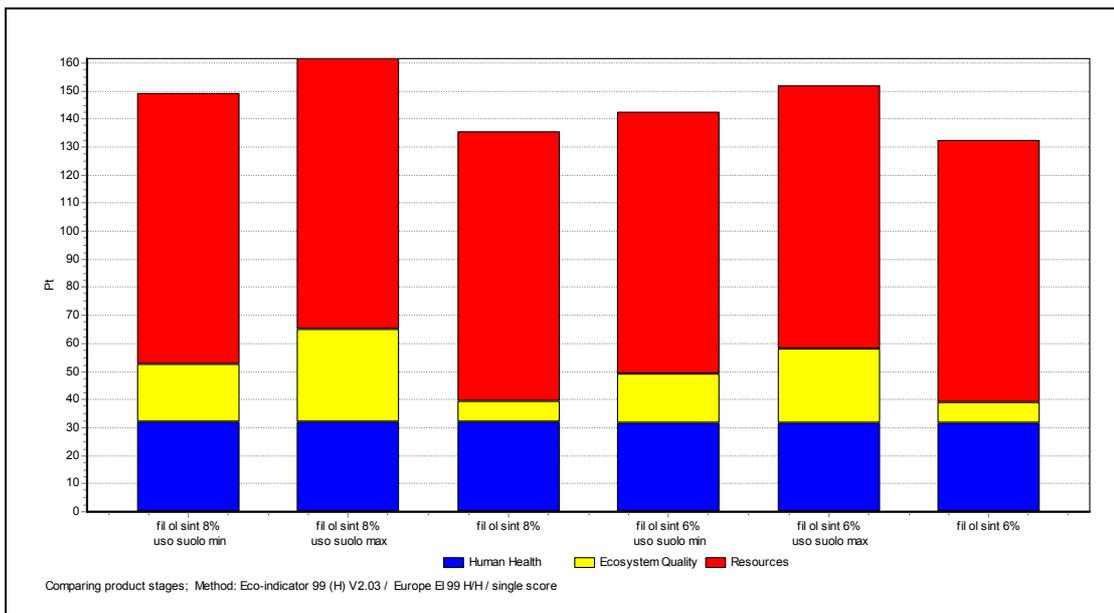


Figura 9.6 – Risultati Eco –Indicator’99 per filato prodotto con oleante di sintesi - indicatori finali

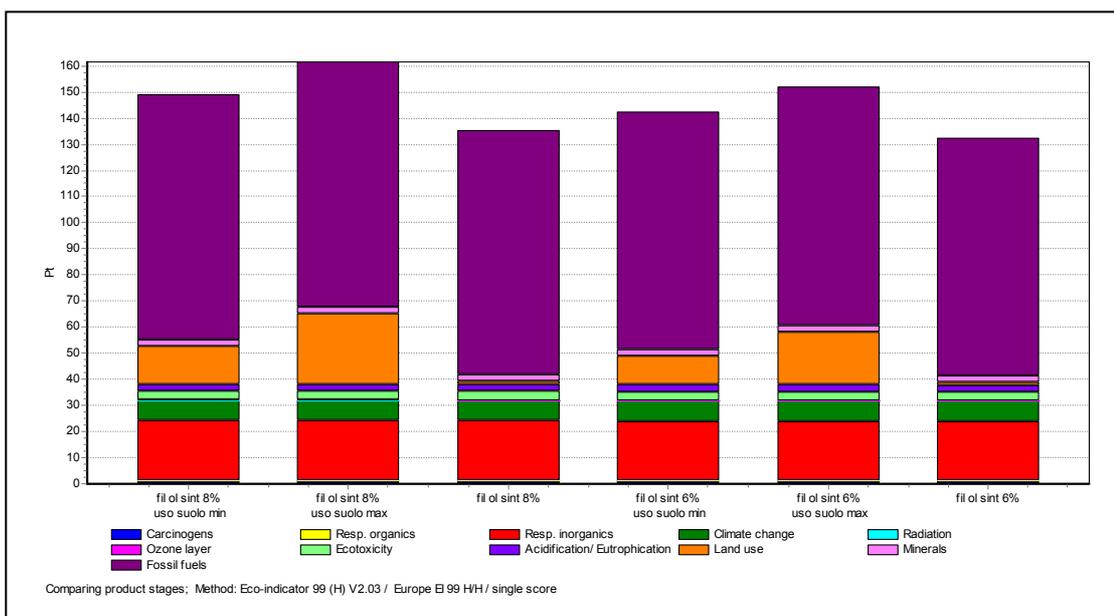


Figura 9.7 – Risultati Eco –Indicator’99 per filato prodotto con oleante di sintesi – categorie di impatto

I risultati mostrano:

- in generale uno scenario di impatto minore quando il filato viene prodotto con la percentuale di oleante più bassa e nella produzione dell’oleante viene considerata la sola fase di formulazione;
- uno scenario di impatto maggiore quando il filato viene prodotto con una percentuale di oleante più alta e viene considerata anche il bilancio relativo all’occupazione del suolo per la coltivazione del girasole.

LA METODOLOGIA LCA

L'indicatore rispetto al quale si hanno le più marcate differenze nei valori calcolati è quello Ecosystem quality (vedi figura 9.6); i valori degli altri indicatori invece non si differenziano di molto.

Nel dettaglio lo scenario che risulta migliore è quello in cui la produzione del filato avviene utilizzando come percentuale di oleante nella fase di unzione il 6% mentre lo scenario peggiore risulta quello in cui il filato è prodotto con una percentuale di oleante pari all'8% e nella fase di produzione dell'oleante si considera anche il bilancio relativo all'occupazione massima del suolo per la coltivazione del girasole.

Come è possibile notare nella figura 9.7 gli impatti maggiori sono quelli relativi alle categorie: fossil fuels, land use, respiratory inorganics e climate change. Nel confronto fra i tre sistemi considerati vi è una minima differenza per tutte le categorie di impatto ed invece una differenza marcata per la categoria land use a scapito degli scenari in cui viene considerato anche il bilancio relativo all'occupazione del suolo.

9.4.3 Sistema di prodotto 2: filato prodotto con oleante a base vegetale

Ai fini della raccolta dati (fase di inventario) per l'esecuzione dello studio di LCA il sistema di prodotto relativo all'oleante a base vegetale è stato suddiviso secondo lo schema della figura seguente che evidenzia anche i confini del sistema considerato.

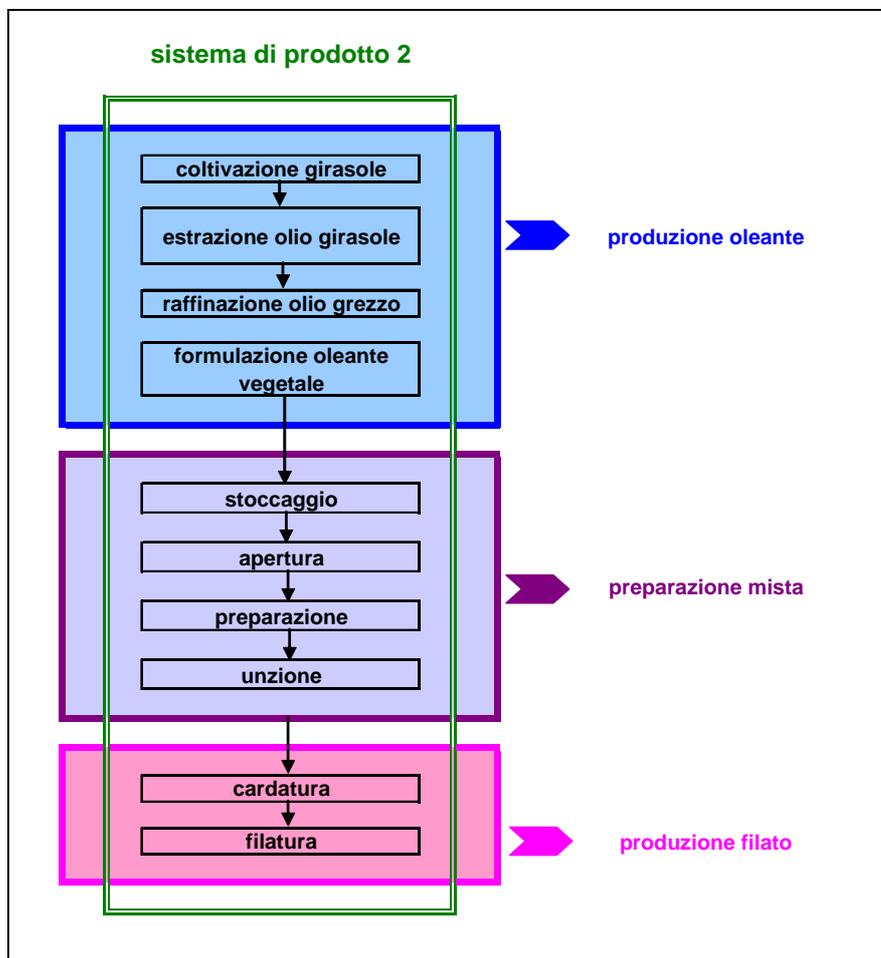


Figura 9.8– Schematizzazione del sistema di prodotto per l'oleante di origine vegetale

9.4.3.1 Produzione dell'oleante

La fase di produzione dell'oleante a base vegetale è costituita da più sottofasi, come riportato di seguito e descritto nei paragrafi seguenti:

- fase agricola:
 - o coltivazione del girasole;
- preparazione dell'oleante:
 - o estrazione dell'olio di girasole;
 - o raffinazione dell'olio grezzo;
 - o formulazione.

9.4.3.1.1 Fase agricola: coltivazione del girasole

La simulazione della fase agricola, ai fini dello svolgimento dell'analisi LCA, è stata modellata sulla base dei dati raccolti nella sperimentazione sul campo nei due ambiti territoriali rappresentativi di diverse realtà toscane: presso il campo della stazione

sperimentale dell'Università di Pisa a San Piero a Grado in provincia di Pisa (Rottaia) e presso la fattoria Oliveto di Montespertoli in provincia di Firenze (Oliveto). Per la descrizione e caratterizzazione delle modalità colturali si rimanda al capitolo 4. Nella figura seguente sono schematizzate le fasi di lavorazione eseguite nel ciclo di coltivazione del girasole.

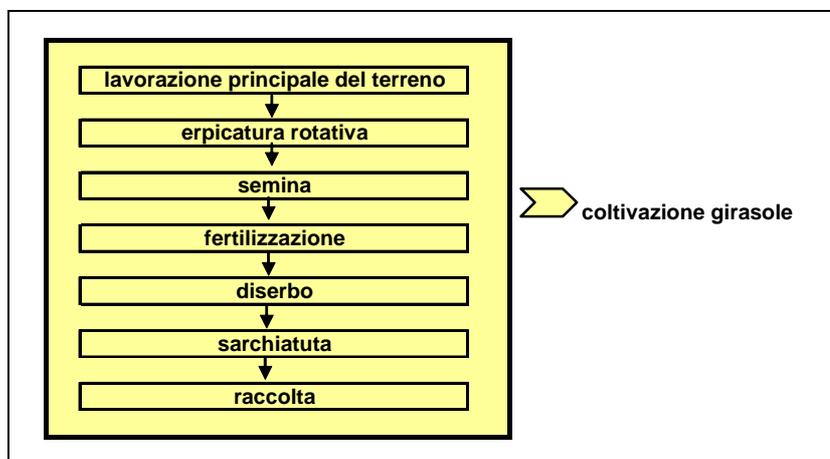


Figura 9.9 – Schema fase di coltivazione del girasole

La sperimentazione si è svolta nei due siti (Rottaia e Oliveto) con modalità pressoché uguali ed ha previsto lo svolgimento delle fasi riassunte nella tabella seguente.

Operazioni svolte	Rottaia	Oliveto	Macchinario
Lavorazione principale terreno	X (*)	X (**)	Aratro quadrivomere (*) Ripper (**)
Erpicatura rotativa	X	X	Erpice a denti rotanti
Semina	X	X	Semina rinnovi
Fertilizzazione	X	X	Spandiconcime
Sarchiatura	X		Sarchiatrice
Diserbo		X	Irroratrice
Raccolta	X	X	Mietitrebbia

Tabella 9.7 – Modalità di coltivazione nei siti sperimentali

Le uniche differenze fra le tecniche di coltivazione utilizzate nei due siti sperimentali e riportate nel modello di analisi LCA, hanno riguardato:

- l'utilizzo di un macchinario diverso nella fase principale di lavorazione del terreno (aratro quadrivomere a Rottaia e ripper a Oliveto);
- la non esecuzione della fase di sarchiatura e l'esecuzione della fase di diserbo a Oliveto;
- l'esecuzione della fase di sarchiatura e la non esecuzione della fase di diserbo a Rottaia;
- la differente modalità di fertilizzazione del terreno.

A tale ultimo proposito sono stati utilizzati nei due siti tre strategie di fertilizzazione con utilizzo di perfosfato triplo associato rispettivamente ad urea, compost e un fertilizzante organico azotato a lento rilascio a base di farine disoleate di girasole (Biofence) come mostrato nella tabella seguente.

LA METODOLOGIA LCA

Fase di fertilizzazione	Rottaia	Oliveto
Alternativa 1	Urea	Urea
	Perfosfato triplo	Perfosfato triplo
Alternativa 2	Compost	Compost
	Perfosfato triplo	Perfosfato triplo
Alternativa 3	Biofence	Biofence
	Perfosfato triplo	Perfosfato triplo

Tabella 9.8 – Ammendanti utilizzati nella fase di sperimentazione agricola

Nell’analisi LCA sono state esaminate soltanto la prime due alternative, per entrambi i siti, poiché non è stato possibile reperire nelle banche dati consultate informazioni relative al “Biofence”.

Per la fase di fertilizzazione così come per tutte le altre fasi di coltivazione del girasole in cui il processo è stato suddiviso sono stati raccolti i dati relativi al consumo dei macchinari utilizzati (combustibile, olio lubrificante, elettricità) e quelli relativi alle materie in ingresso ed in uscita a ciascuna fase (acqua, fertilizzanti, ecc.).

Per ciascuno dei siti di sperimentazione sono state inoltre ipotizzate alcune alternative di utilizzo dei residui colturali, riportate di seguito.

Fase di raccolta Gestione dei residui colturali	Rottaia	Oliveto
Alternativa 1	Residui colturali destinati alla produzione di compost	Residui colturali destinati alla produzione di compost
Alternativa 2	Residui colturali destinati ad altro utilizzo (lasciati sul suolo come ammendanti)	Residui colturali destinati ad altro utilizzo (lasciati sul suolo come ammendanti)

Tabella 9.9 – Alternative di gestione dei residui colturali della fase agricola esaminate nel modello di analisi LCA

Per la simulazione di tali alternative si è proceduto rispettivamente:

- nel caso dell’alternativa 1 a considerare in ingresso alla fase di raccolta oltre agli input/consumi specifici della fase anche il carico ambientale relativo alla produzione di un quantitativo di compost pari alla quantità di scarti prodotti;
- nel caso dell’alternativa 2 invece non è stato considerato alcun carico relativo al flusso dei residui colturali in uscita dal sistema.

Nella tabella seguente sono riepilogati i sistemi, complessivamente 8, presi in considerazione nell’analisi LCA.

LA METODOLOGIA LCA

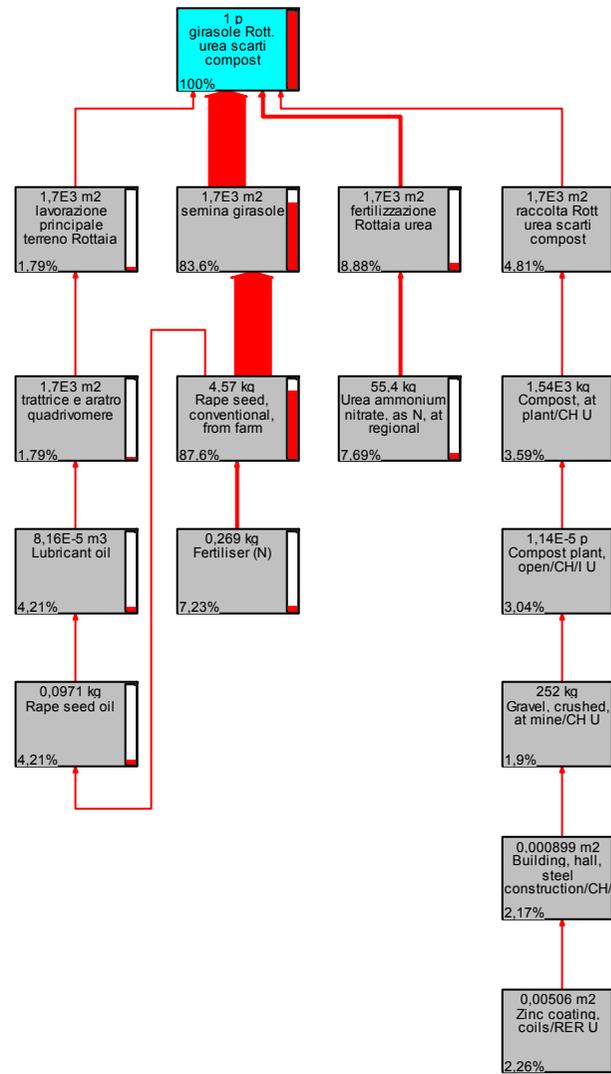
	Casi esaminati	Fertilizzazione	Raccolta – gestione residui colturali
1	Rottaia	urea	Residui colturali destinati alla produzione di compost
2	Rottaia	urea	Residui colturali destinati ad altro utilizzo
3	Rottaia	compost	Residui colturali destinati alla produzione di compost
4	Rottaia	compost	Residui colturali destinati ad altro utilizzo
5	Oliveto	urea	Residui colturali destinati alla produzione di compost
6	Oliveto	urea	Residui colturali destinati ad altro utilizzo
7	Oliveto	compost	Residui colturali destinati alla produzione di compost
8	Oliveto	compost	Residui colturali destinati ad altro utilizzo

Tabella 9.10 – Sistemi esaminati con il modello di analisi LCA

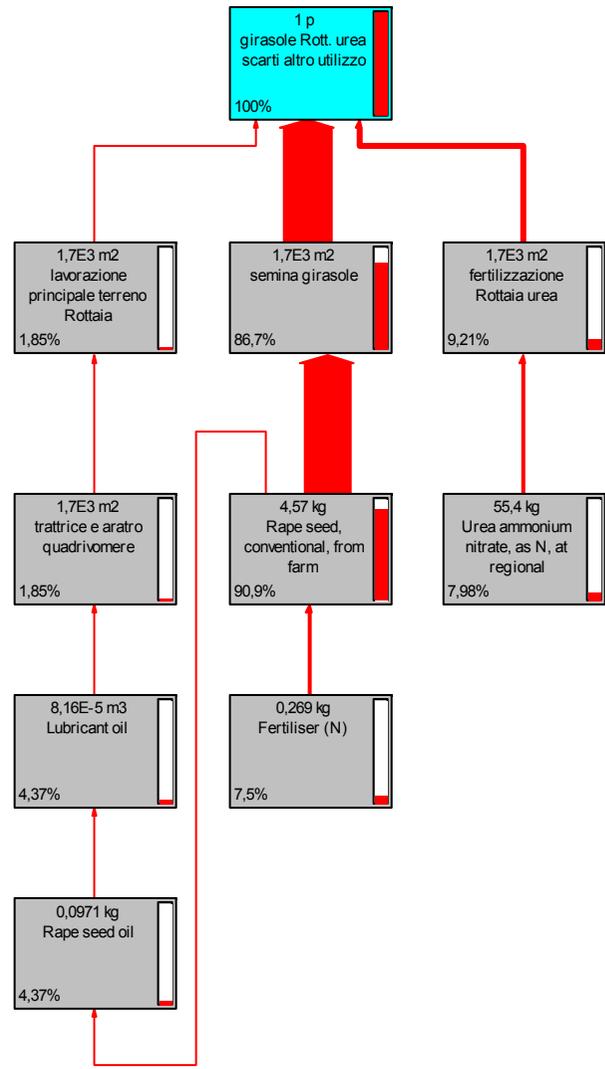
Nelle figure seguenti sono riportati:

- i sistemi di prodotto presi in considerazione per ciascuna ipotesi esaminata a meno delle fasi con peso (effetti ambientali) trascurabile che, per semplicità di visualizzazione, non sono stati rappresentati;
- i risultati delle valutazioni effettuate con il metodo Eco-Indicator '99 sia in termini di indicatori finali che per singola categoria di impatto.

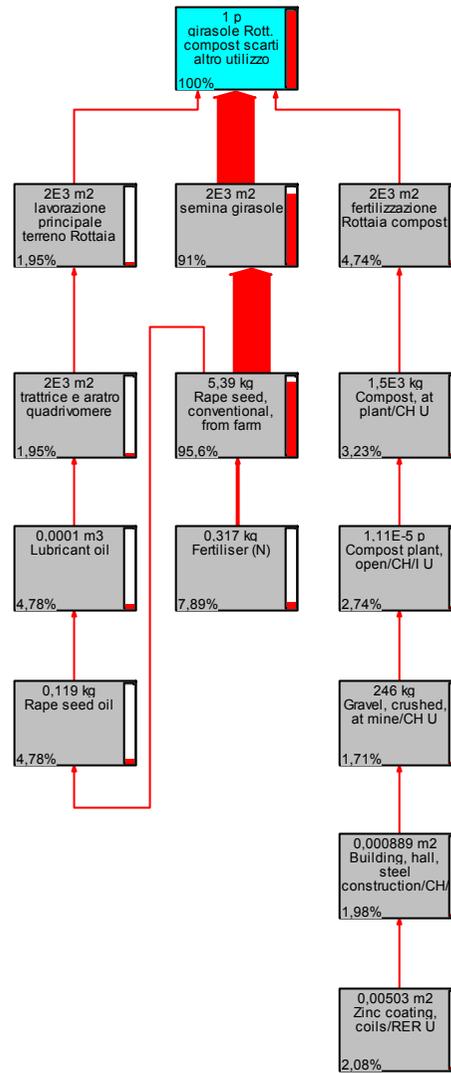
ROTTAIA FERTILIZZAZIONE UREA, SCARTI COMPOST



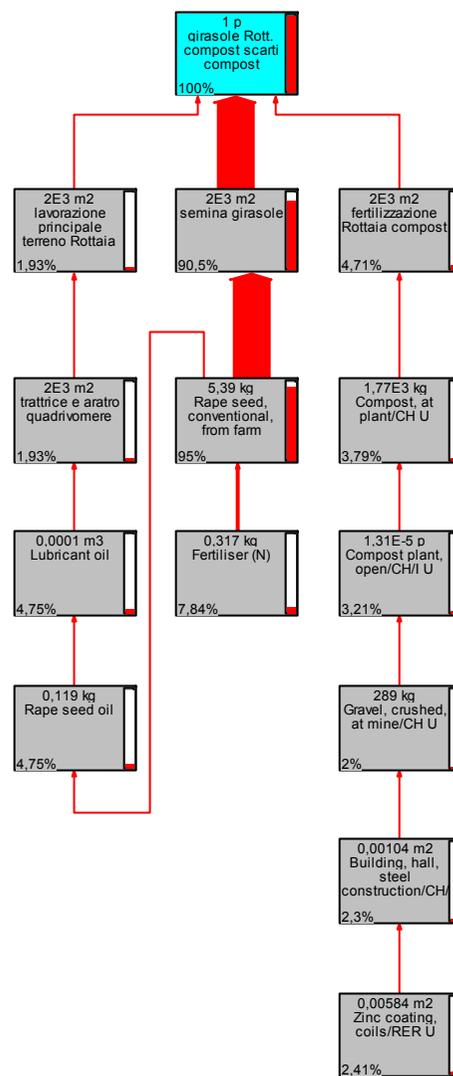
ROTTAIA FERTILIZZAZIONE UREA, SCARTI ALTRO UTILIZZO



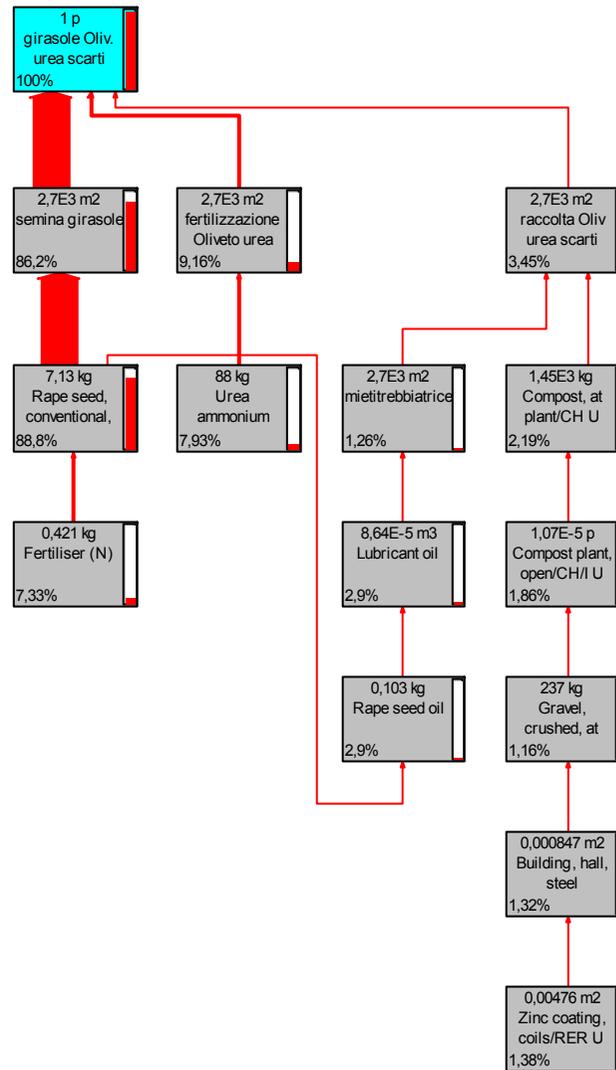
ROTTAIA FERTILIZZAZIONE COMPOST, SCARTI ALTRO UTILIZZO



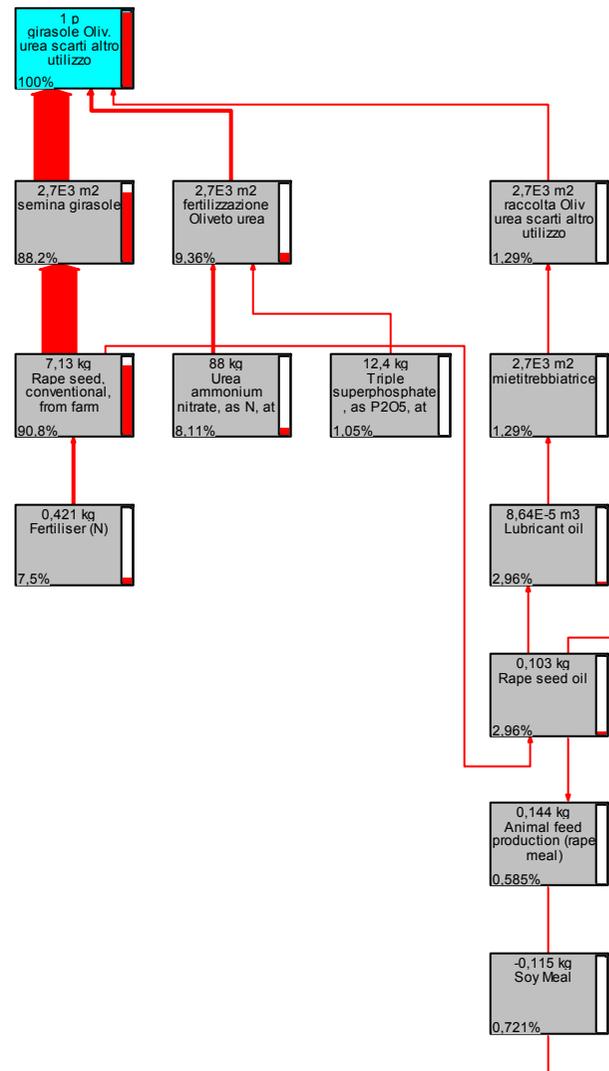
ROTTAIA FERTILIZZAZIONE COMPOST, SCARTI COMPOST



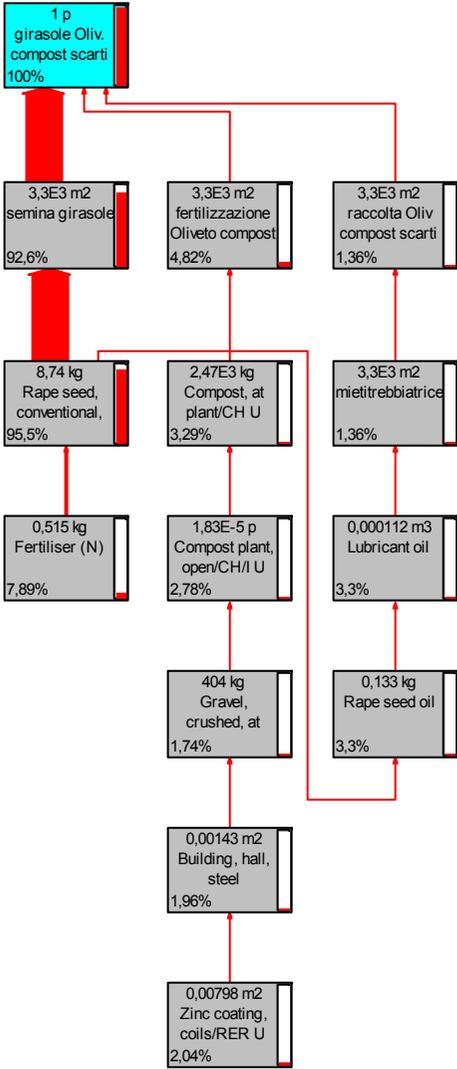
OLIVETO FERTILIZZAZIONE UREA, SCARTI COMPOST



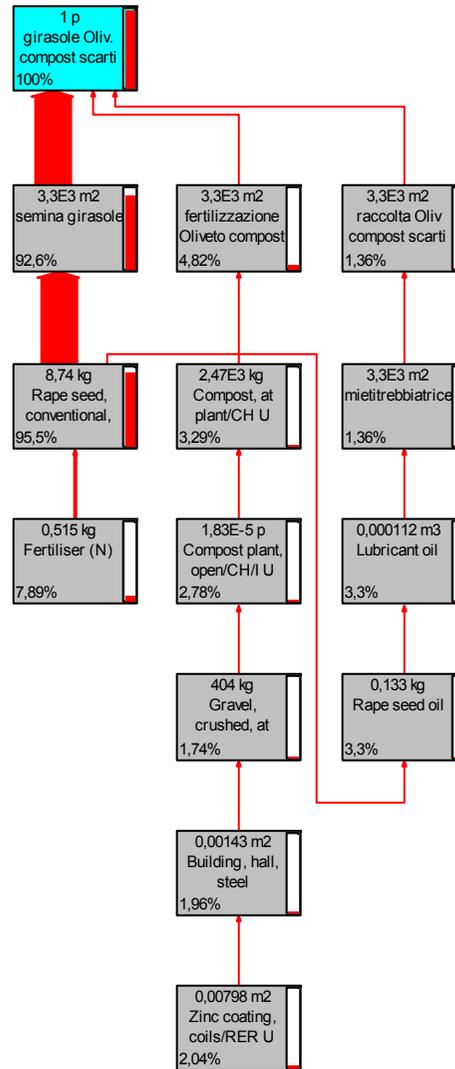
OLIVETO FERTILIZZAZIONE UREA, SCARTI ALTRO UTILIZZO



OLIVETO FERTILIZZAZIONE COMPOST, SCARTI ALTRO UTILIZZO



OLIVETO FERTILIZZAZIONE COMPOST, SCARTI COMPOST



ROTTAIA (FERTILIZZAZIONE UREA O COMPOST; SCARTI COMPOST O ALTRO UTILIZZO)

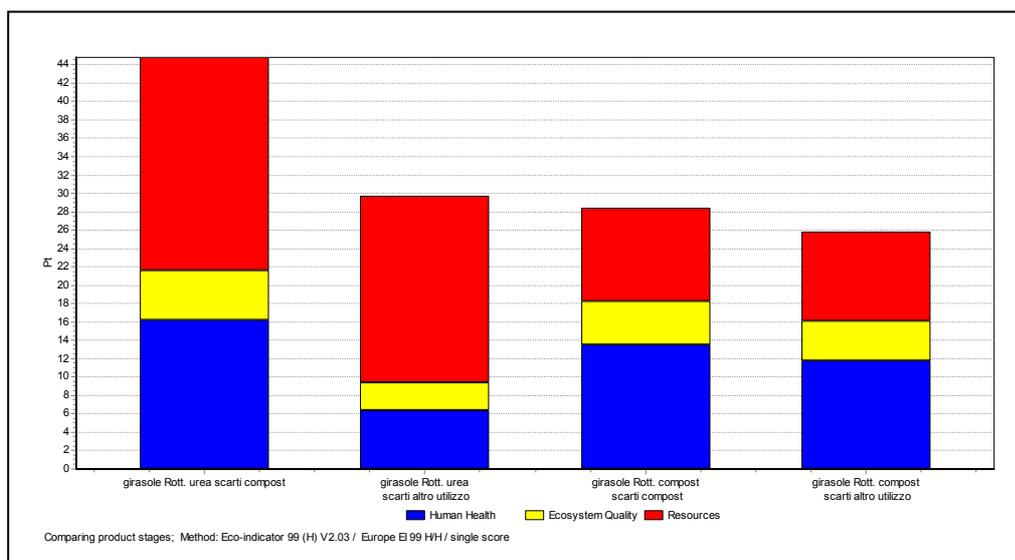


Figura 9.10 – Risultati Eco –Indicator'99 per coltivazione girasole Rottaia - indicatori finali

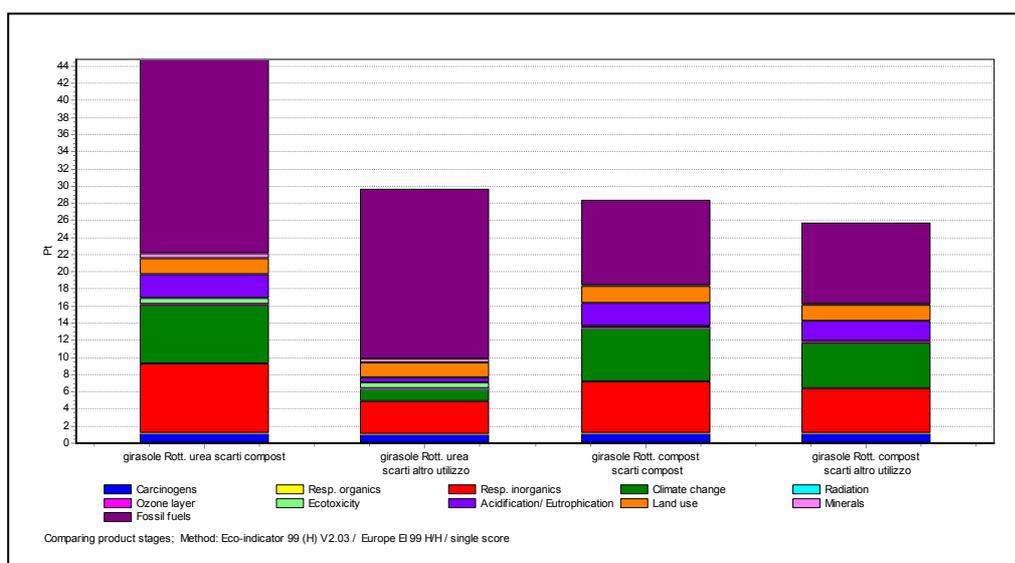


Figura 9.11 – Risultati Eco –Indicator'99 per coltivazione girasole Rottaia – categorie di impatto

I risultati dell'analisi effettuata mostrano:

- in generale uno scenario di impatto inferiore per le ipotesi in cui si è considerato di utilizzare nella fase di fertilizzazione il compost rispetto all'urea;
- fra gli scenari ad impatto inferiore un risultato comunque migliore nell'ipotesi di destinare i residui colturali ad altro utilizzo.;
- lo scenario di impatto maggiore risulta quello in cui si utilizza urea nella fase di fertilizzazione e gli scarti prodotti vengono impiegati per la produzione di compost.

I valori degli indicatori finali si differenziano in modo abbastanza marcato (vedi figura 9.10). Gli impatti maggiori (vedi figura 9.11) risultano quelli relativi alle categorie:

LA METODOLOGIA LCA

- fossil fuels (con valori nettamente inferiori per gli scenari in cui viene utilizzato il compost nella fase di fertilizzazione);
- climate change, respiratory inorganics e acidification/eutrophication (con un valore minimo nello scenario in cui viene utilizzata urea in fase di fertilizzazione e gli scarti vengono destinati ad altro utilizzo);
- land use (con valori paragonabili in tutti gli scenari).

OLIVETO (FERTILIZZAZIONE UREA O COMPOST; SCARTI COMPOST O ALTRO UTILIZZO)

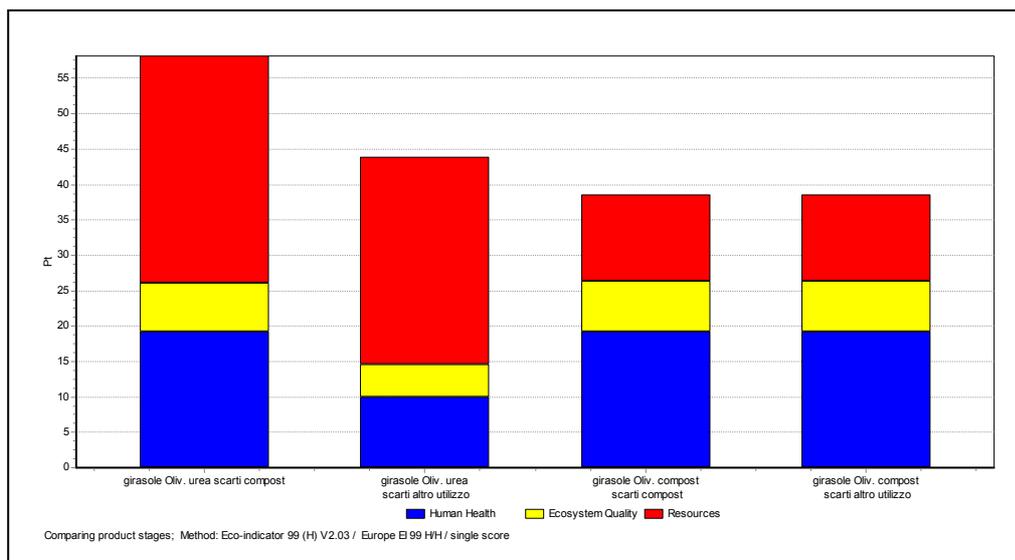


Figura 9.12 – Risultati Eco –Indicator’99 per coltivazione girasole Oliveto - indicatori finali

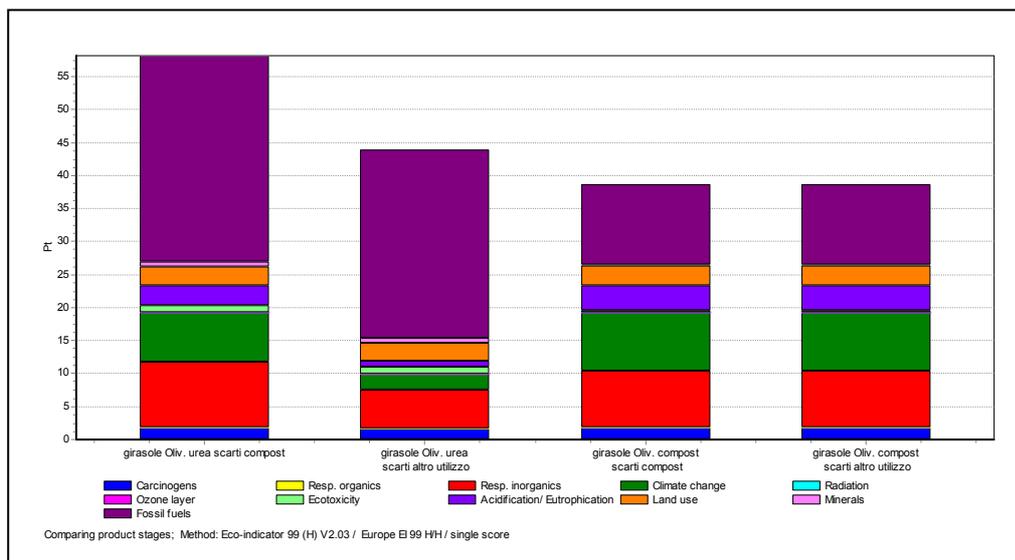


Figura 9.13 – Risultati Eco –Indicator’99 per coltivazione girasole Oliveto – categorie di impatto

I risultati dell’analisi effettuata mostrano:

- lo scenario di impatto maggiore risulta quello in cui si utilizza urea nella fase di fertilizzazione e il sottoprodotto viene impiegato per la produzione di compost.

LA METODOLOGIA LCA

- in generale scenari di impatto inferiore nelle ipotesi in cui si è considerato di utilizzare compost nella fase di fertilizzazione;
- valori di impatto uguali per le ipotesi di fertilizzazione con il compost e della destinazione degli scarti vegetali al compostaggio e uguale fertilizzazione e destinazione degli scarti vegetali ad altro utilizzo. In tale caso infatti il quantitativo di compost considerato come bilancio aggiuntivo nella fase di raccolta risulta pari a 5,14 t/ha, mentre il quantitativo di compost utilizzato nella fase di fertilizzazione è di 7,5 t/ha e pertanto non è stato considerato il contributo all'impatto della produzione di compost.

Analogamente a quanto riscontrato per il caso di Rottaia gli impatti maggiori risultano quelli relativi alle categorie:

- fossil fuels (con maggior contributo quando viene utilizzata urea in fase di fertilizzazione rispetto al compost);
- acidification/eutrophication, climate change e respiratory inorganics (con un valore minimo nello scenario in cui viene utilizzata urea in fase di fertilizzazione e gli scarti vengono destinati ad altro utilizzo);
- land use e carcinogens (con valori paragonabili in tutti gli scenari).

Di seguito sono riportati i risultati delle valutazioni effettuate con il metodo Eco-Indicator '99, sia in termini di indicatori finali che per singola categoria di impatto, relativi a tutte le ipotesi prese in considerazione nei due siti di sperimentazione (Rottaia e Oliveto).

CONFRONTO ROTTAIA – ULIVETO VARIE IPOTESI

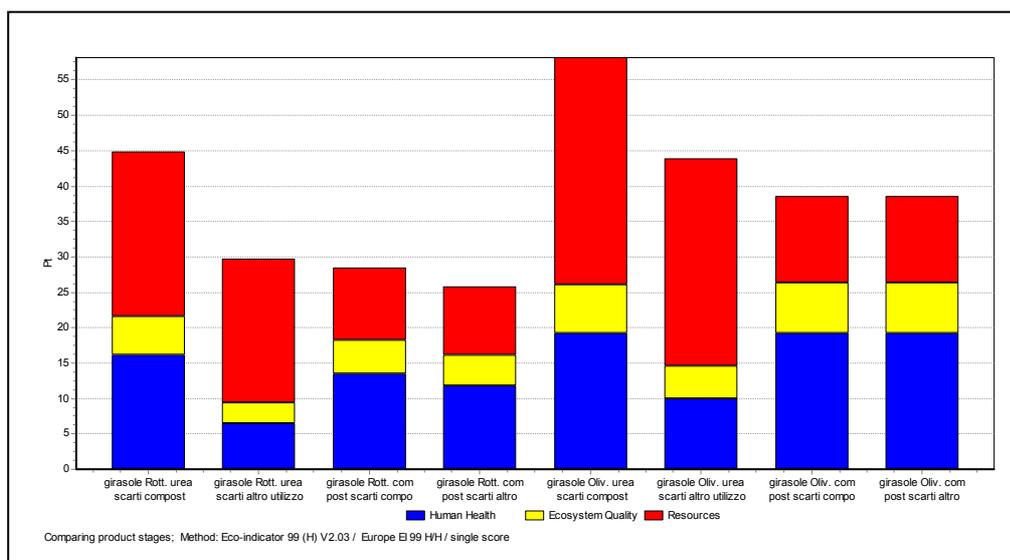


Figura 9.14 – Risultati Eco –Indicator'99 per coltivazione girasole- indicatori finali

LA METODOLOGIA LCA

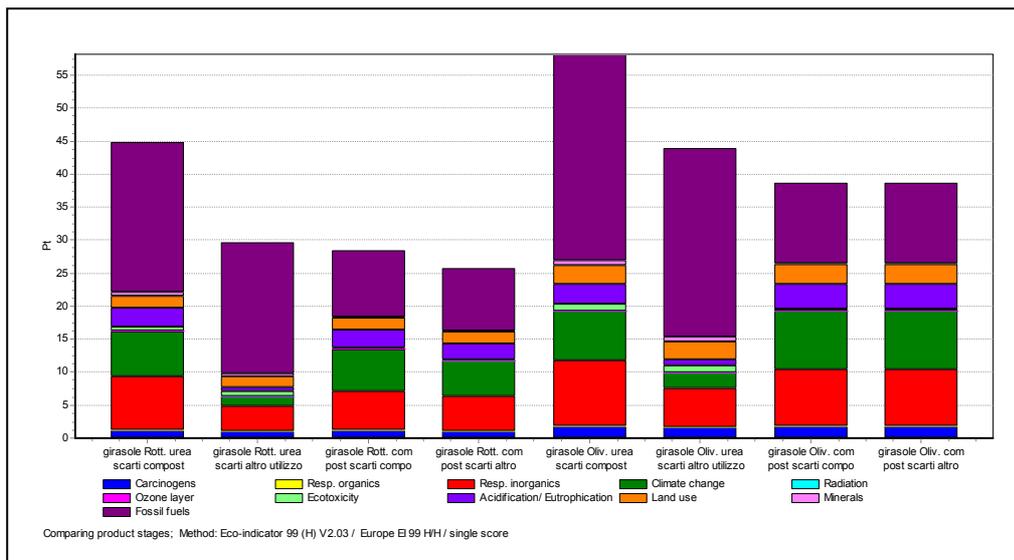


Figura 9.15 – Risultati Eco –Indicator’99 per coltivazione girasole - categorie di impatto

Oltre alle considerazioni già fatte, nel confronto fra tutte le ipotesi considerate è possibile mettere in evidenza come:

- lo scenario migliore risulta quello relativo alla coltivazione di girasole nel sito di Rottaia utilizzando come fertilizzante compost e inviando i sottoprodotti della coltivazione ad altro utilizzo;
- lo scenario peggiore risulta quello relativo alla coltivazione nel sito di Oliveto utilizzando come fertilizzante urea e inviando i sottoprodotti della coltivazione a compostaggio.

9.4.3.1.2 Preparazione dell’oleante

Per la simulazione della fase di produzione dell’oleante sono state considerate le fasi riportate di seguito:

- Estrazione;
- Raffinazione;
- Formulazione.

La fase di estrazione è stata a sua volta suddivisa in sottofasi che sono schematizzate nella figura seguente.

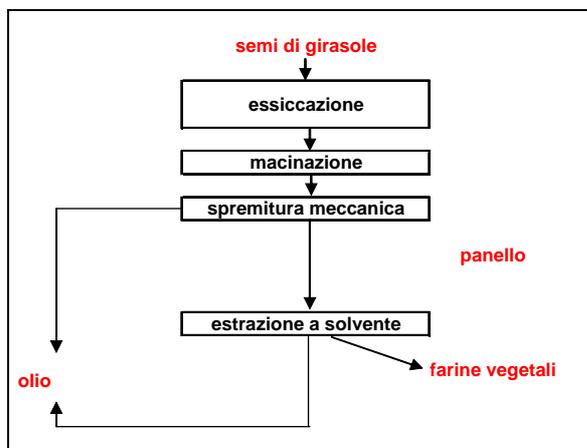


Figura 9.16 – Schema della fase di estrazione dell’olio

La fase di raffinazione ha compreso sia il degommaggio che la decolorazione e deodorazione, come rappresentato nella figura seguente.

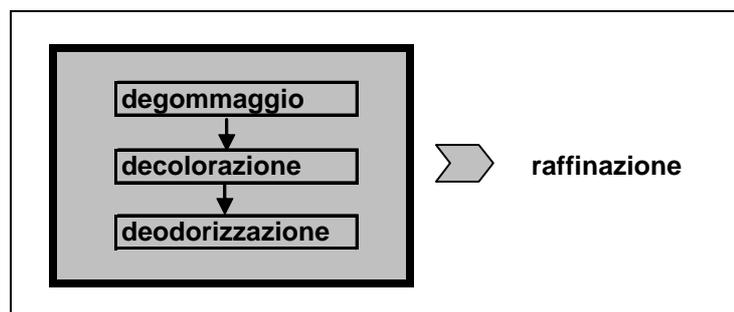


Figura 9.17 – Schema della fase di raffinazione dell'olio

Per tutte le fasi considerate sono stati raccolti i dati relativi ai consumi di ciascun macchinario utilizzato, agli input e agli output di ciascun sottoprocesso.

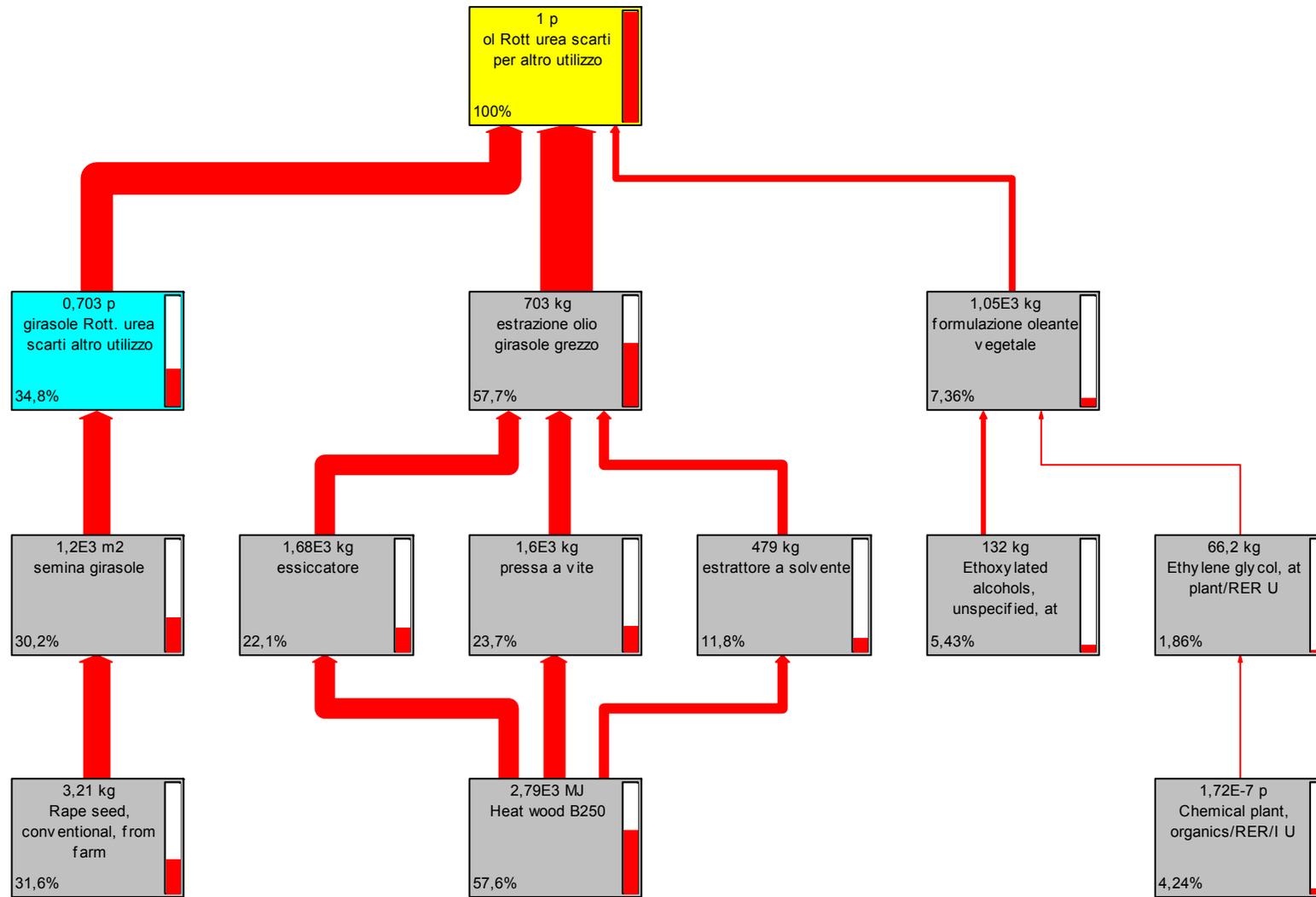
Per quanto riguarda la fase di formulazione, oltre ai consumi di elettricità, gli input sono costituiti dai composti che, in determinate proporzioni, costituiscono le materie prime dell'oleante. La composizione tipo di riferimento per l'analisi effettuata dell'oleante a base vegetale è riportata nella tabella seguente.

Oleante a base vegetale (t)		sul prodotto	sul secco
olio di girasole raffinato	0,441	42%	70%
alcol etossilato	0,126	12%	20%
glicole	0,063	6%	10%
acqua	0,42	40%	

Tabella 9.11 – Composizione dell'oleante a base vegetale utilizzata nell'analisi LCA

Nelle figure seguenti sono riportati:

- a titolo di esempio il sistema di prodotto preso in considerazione per una delle alternative esaminate;
- i risultati delle valutazioni effettuate con il metodo Eco-Indicator 99 sia in termini di indicatori finali che di singole categorie di impatto.



LA METODOLOGIA LCA

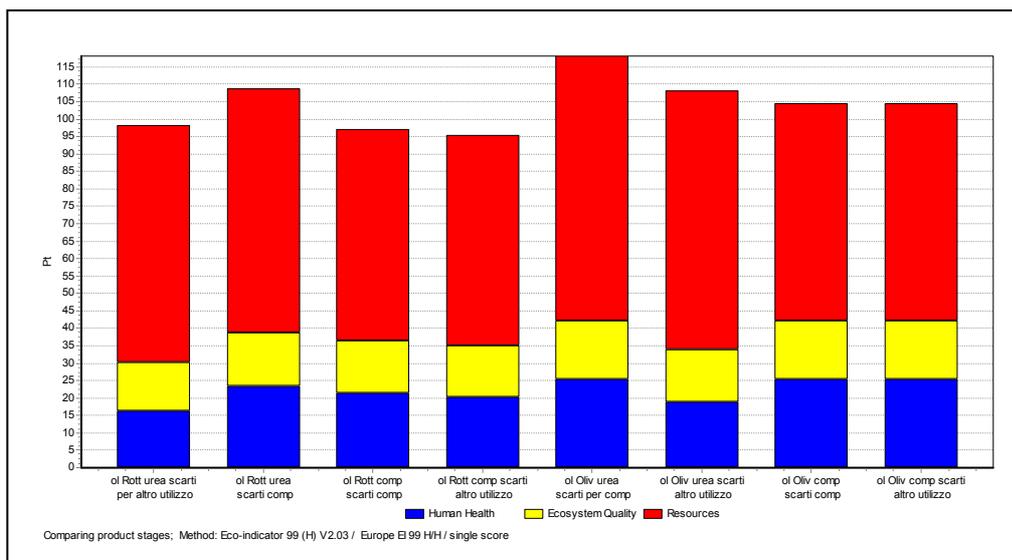


Figura 9.18 – Risultati Eco –Indicator’99 per oleante a base vegetale - indicatori finali

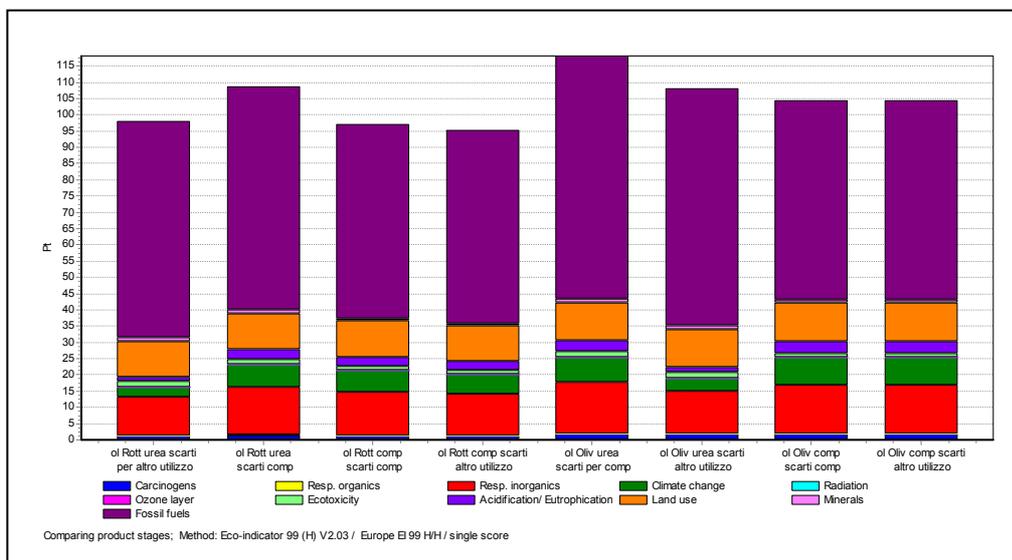


Figura 9.19 – Risultati Eco –Indicator’99 per oleante a base vegetale – categorie di impatto

I risultati mostrano:

- uno scenario di impatto inferiore per l’oleante prodotto a partire da girasole coltivato a Rottaia con fertilizzante compost e con i residui colturali destinati ad altro utilizzo;
- uno scenario di impatto superiore a tutti gli altri per l’oleante prodotto a partire da girasole coltivato a Oliveto con fertilizzante urea e i residui colturali destinati al compostaggio.

9.4.3.2 Preparazione della mista e produzione del filato

Per quanto riguarda la fase di preparazione della mista valgono analoghe osservazioni a quelle fatte nel sistema di prodotto con utilizzo di oleante sintetico.

Per la simulazione della fase di unzione nel modello di analisi LCA sono stati considerati i seguenti casi:

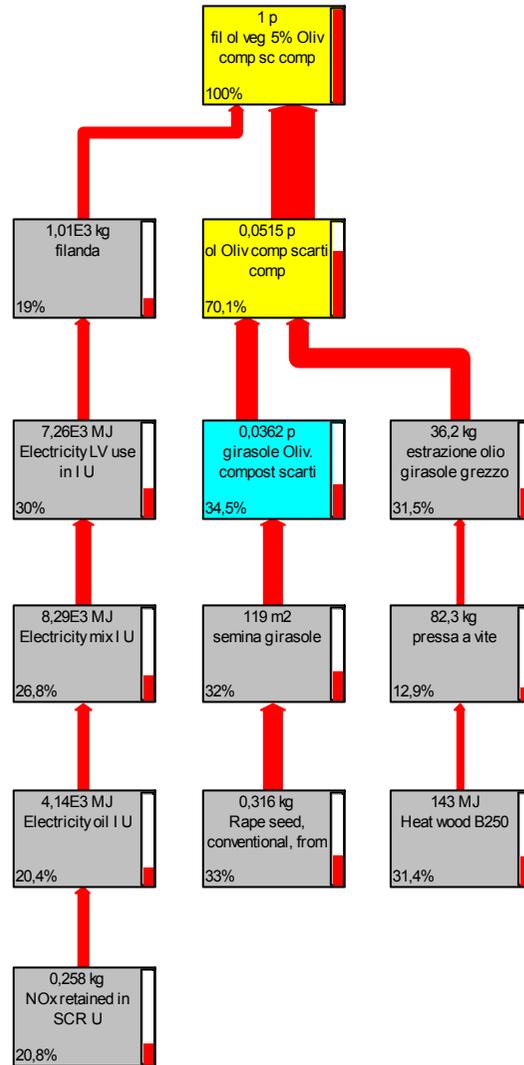
- unzione con percentuale di oleante a base vegetale pari al 5% del peso della mista in ingresso;
- unzione con percentuale di oleante sintetico pari al 4% del peso della mista in ingresso.

Anche in questo caso valgono analoghe considerazione a quelle fatte nel sistema di prodotto con utilizzo di oleante sintetico.

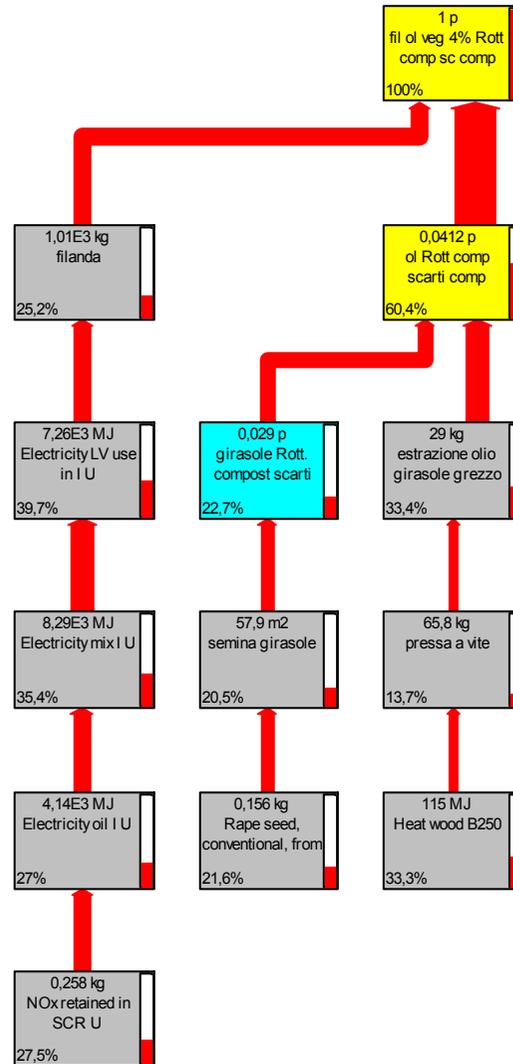
Nelle figure seguenti sono riportati:

- alcuni (a titolo di esempio) dei sistemi di prodotto presi in considerazione a meno delle fasi con peso (effetti ambientali) trascurabile che, per semplicità di visualizzazione, non sono stati rappresentati;
- i risultati delle valutazioni effettuate con il metodo Eco-Indicator '99 sia in termini di indicatori finali sia per singola categoria di impatto.

FILATO VEGETALE 4% OLIVETO FERTILIZZAZIONE COMPOST, SCARTI COMPOST



FILATO VEGETALE 4% ROTTAIA FERTILIZZAZIONE COMPOST, SCARTI COMPOST



LA METODOLOGIA LCA

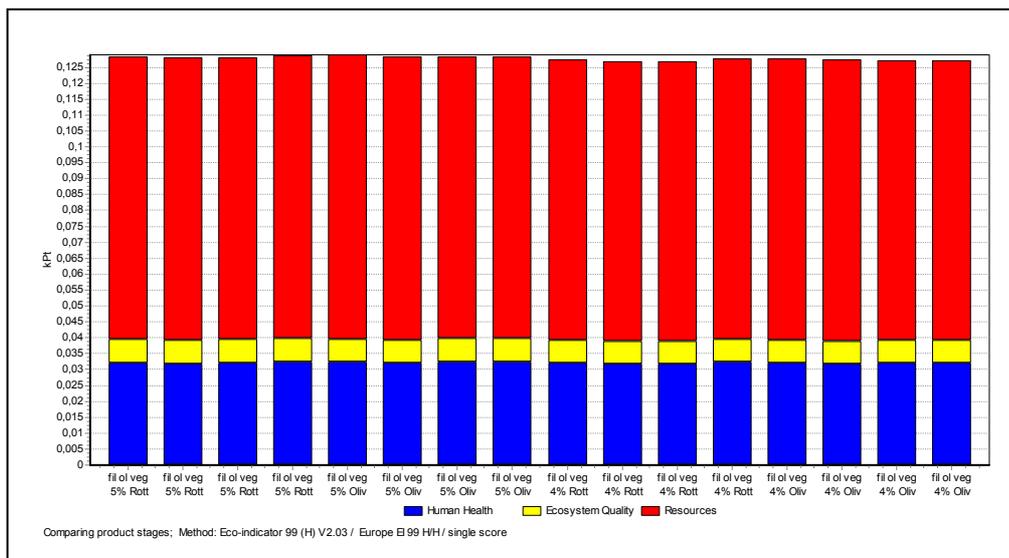


Figura 9.20 – Risultati Eco –Indicator’99 per filato prodotto con oleante a base vegetale - indicatori finali

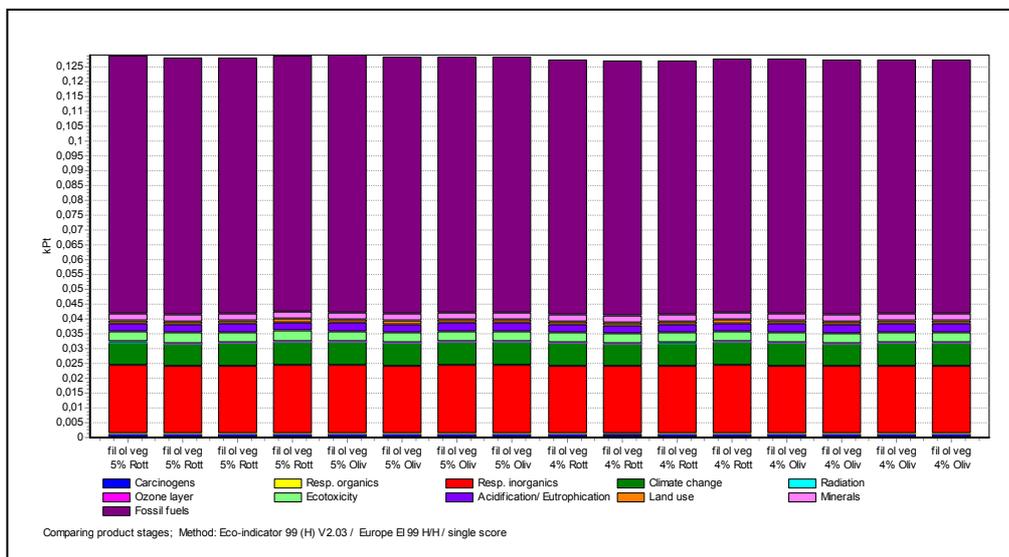


Figura 9.21 – Risultati Eco –Indicator’99 per filato prodotto con oleante a base vegetale - categorie di impatto

I risultati mostrano:

- indicatori finali con minime differenziazioni (vedi figura 9.20);
- scenari di impatto minore per i filati prodotti con oleante al 4% prodotto a partire da girasole coltivato nel sito di Rottaia indipendentemente dalla fertilizzazione con urea o con compost;
- impatti maggiori relativi alle seguenti categorie di impatto: fossil fuels, climate change e respiratory inorganics tutti con minime variazioni rispetto agli scenari considerati.

9.4.4 Confronto fra i sistemi di prodotto 1 e 2

Nelle figure seguenti sono riportati i risultati delle valutazioni effettuate con il metodo Eco-Indicator'99 (indicatori finali e singole categorie di impatto):

- per il confronto fra l'oleante a base vegetale (in tutte le versioni di fertilizzazione e di smaltimento degli scarti considerate) e l'oleante di sintesi (con e senza bilancio ambientale relativo all'occupazione di suolo);
- per il filato prodotto con oleante a base vegetale e quello prodotto con oleante di sintesi in tutte le versioni delle fasi preliminari analizzate e in tutte le percentuali considerate nella fase di unzione.

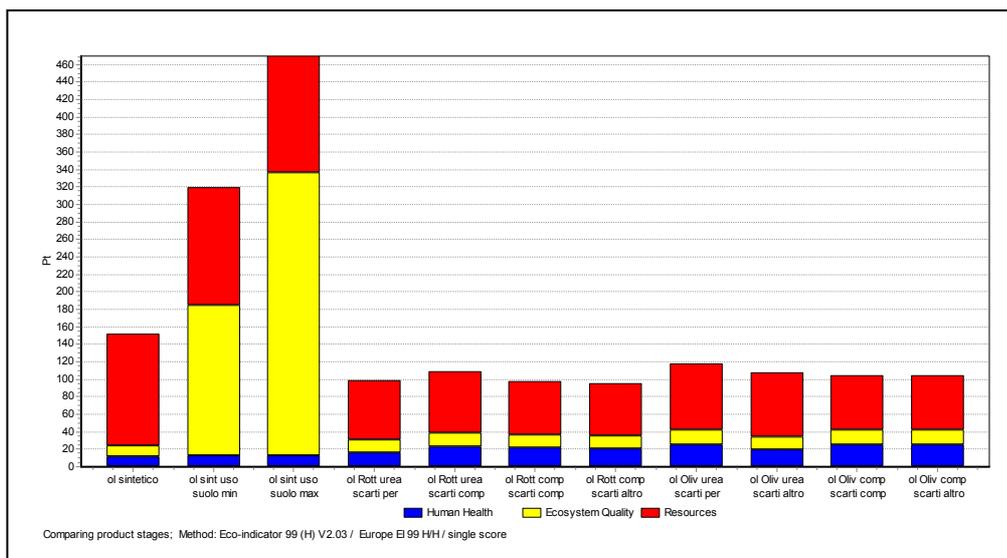


Figura 9.22 – Risultati Eco –Indicator'99 confronto oleante di sintesi e oleante a base vegetale - indicatori finali

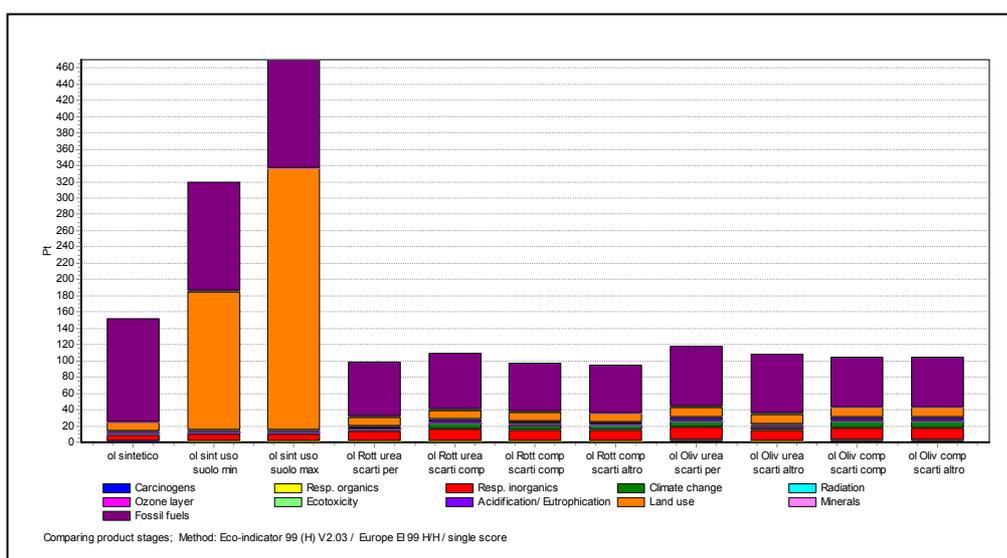


Figura 9.23 – Risultati Eco –Indicator'99 confronto oleante di sintesi e oleante a base vegetale – categorie di impatto

LA METODOLOGIA LCA

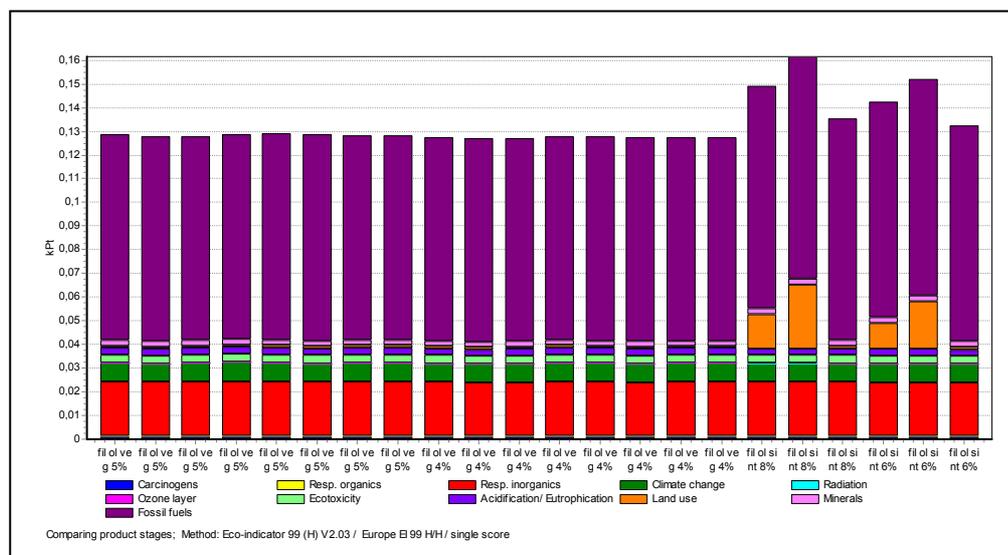


Figura 9.25 – Risultati Eco –Indicator’99 confronto filato prodotto con oleante di sintesi e filato prodotto con oleante a base vegetale – categorie di impatto

Per quanto riguarda invece il confronto fra i due sistemi di prodotto esaminati (filato prodotto con oleante a base vegetale e filato prodotto con oleante di sintesi, figure 9.24 e 9.25), i risultati mostrano:

- in generale, un impatto notevolmente più elevato per gli scenari in cui si prende in considerazione nella fase di produzione dell’oleante di sintesi anche il bilancio relativo all’occupazione di suolo per la coltivazione della quota di girasole necessario nella formulazione;
- un impatto comunque più elevato per il filato prodotto con oleante di sintesi rispetto a quello prodotto con oleante a base vegetale in tutti gli scenari di unzione considerati (6% - 8% per oleante di sintesi e 4 -5 % per oleante a base vegetale).

Per tutti gli scenari considerati gli impatti maggiori risultano quelli relativi alle seguenti categorie di impatti:

- fossil fuels, respiratory inorganics e climate change, con valori non molto dissimili in tutti gli scenari considerati;
- land use, con valori nettamente maggiori per l’oleante di sintesi quando viene simulato il caso che nella filiera si impieghino terreni già adibiti a coltivazione del girasole.

9.4.5 Conclusioni

L'analisi LCA svolta ha messo a confronto la produzione di 1 tonnellata di filato utilizzando rispettivamente un tipico oleante di sintesi e un oleante a base vegetale (girasole alto-oleico). La principale differenza esistente fra i sistemi di prodotto esaminati riguarda la fase di produzione dell'oleante che per quello di sintesi consiste esclusivamente nella fase di formulazione mentre per quella dell'oleante a base vegetale prevede oltre a questa anche la coltivazione del girasole, l'estrazione dell'olio dai semi di girasole, la raffinazione dell'olio grezzo.

Nelle fasi successive le lavorazioni sono le stesse anche se esiste un'ulteriore differenza nella fase di unzione dove viene impiegata una quantità diversa di oleante in funzione della sua tipologia. A tale proposito va ricordato che nella sperimentazione in fase industriale sono state prodotte in totale circa 47.646 kg di filato utilizzando oleante a base vegetale e che è stato utilizzato per 33.665 kg (71% del totale) il 4% di oleante rispetto al peso della mista in ingresso e per circa 13.981 kg (29 % del totale) il 5%. In entrambi i casi i prodotti ottenuti non hanno mostrato differenze sostanziali in termini qualitativi rispetto alla produzione effettuata con percentuali maggiori di oleante di sintesi.

L'analisi LCA ha messo in evidenza nel confronto fra i due sistemi di prodotto esaminati che quello con impatto minore è lo scenario in cui il filato viene prodotto con oleante a base vegetale in tutti gli scenari di unzione esaminati.

Va inoltre sottolineato che nell'analisi svolta non è stato possibile:

- valutare come effetto da sottrarre all'impatto provocato dalla coltivazione del girasole il recupero dei residui colturali e dei sottoprodotti come materie prime per ulteriori cicli produttivi (mangimi o ammendanti) per mancanza di informazioni e dati specifici in merito;
- valutare la differenza di impatto provocata dallo smaltimento di acque di scarico della fase di lavaggio del tessuto nelle quali si concentrano circa il 90% degli oleanti utilizzati nel ciclo produttivo poiché non è stato possibile reperire nelle banche dati a disposizione dati relativi a tale processo.

Tuttavia proprio perché tale aspetto riveste una notevole importanza nel confronto fra i sistemi di prodotto considerati si è ritenuto necessario mettere in evidenza il bilancio di massa in uscita da tale lavorazione nei due casi (vedi figura 9.26).

Ai fini della realizzazione del bilancio in oggetto sono state considerate le seguenti ipotesi:

- che l'oleante distribuito nella fase di unzione sulla mista venga eliminato nella fase di lavaggio del tessuto per circa il 90% e nella fase di asciugatura in ramosa per circa il 5%.
- che l'altra parte dell'oleante (5%) rimanga sul tessuto anche a seguito di tali lavorazioni.

E' pertanto evidente che l'impatto maggiore è quello causato sulle acque dal momento che gran parte del formulato finisce direttamente nei reflui della fase di lavaggio. Per quanto riguarda invece la parte di oleante molto più ridotta che viene eliminata nella fase successiva di asciugatura va considerato che le emissioni prodotte dalla ramosa vengono comunque convogliate a sistemi di abbattimento (scrubbers) che ne limitano l'impatto in atmosfera.

Nella figura seguente si riporta la stima dei vari componenti che confluiscono nei reflui di lavaggio per ogni tonnellata di filato trattato nei casi considerati (oleante a base vegetale e unzione al 4%; oleante a base vegetale e unzione al 5%; oleante di sintesi e unzione al 6%; oleante di sintesi e unzione all'8%).

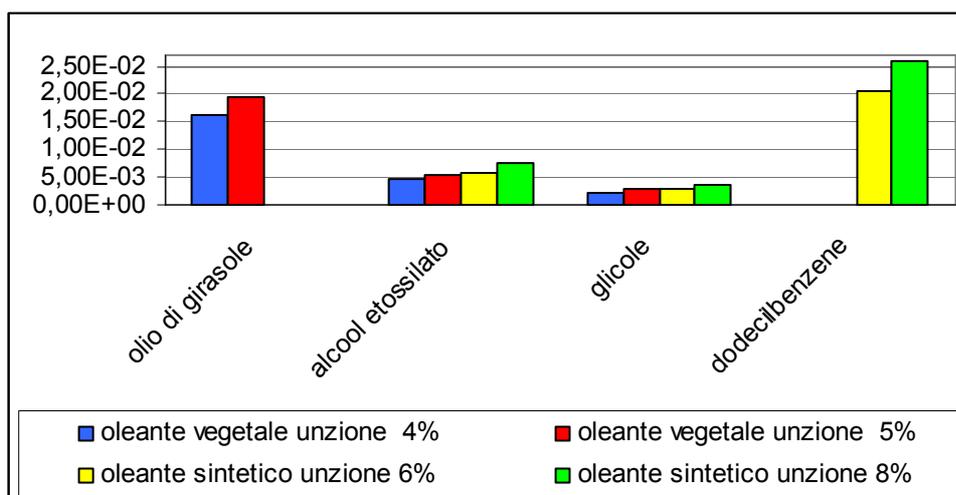


Figura 9.26 – Bilancio delle tonnellate di oleante che finiscono nei reflui per tonnellata di filato trattato

Si può pertanto notare che nel caso in cui il filato venga prodotto con l'oleante a base vegetale negli scarichi viene evitata l'immissione di scarichi per un flusso di dodecilbenzene pari a $2,04 \cdot 10^{-2}$ – $2,60 \cdot 10^{-2}$, rispettivamente nel caso di unzione al 6% e all'8% rispetto al peso della mista in ingresso per ogni tonnellata di filato trattato.

L'olio di girasole che lo sostituisce ($1,63 \cdot 10^{-2}$ – $1,95 \cdot 10^{-2}$ rispettivamente nel caso di unzione al 5 e al 6% rispetto al peso della mista in ingresso) ha sicuramente un grado di biodegradabilità maggiore (vedi paragrafo 8.3.5).

Sulla base di tali ulteriori considerazioni è possibile pertanto affermare che, dal punto di vista delle ricadute ambientali, potendo considerare anche tali aspetti, il confronto fra i sistemi sarebbe ulteriormente sbilanciato a favore del sistema di prodotto 2.

10 VALUTAZIONI ECONOMICHE SULLA FILIERA

10.1.1 Fase agricola

Nell'ambito della fase agricola, il Progetto in essere ha focalizzato la sua attenzione sulla valutazione della capacità fertilizzante del Compost di qualità prodotto dall'impianto di compostaggio afferente all'ATO 10 della Provincia di Prato sulla coltura del girasole ad utilizzo non alimentare, destinata alla produzione di biolubrificanti impiegati nel distretto tessile locale.

L'utilizzo del compost nella coltivazione del girasole non-food potrebbe permettere una riduzione dei costi di produzione ed il recupero di un materiale generato a partire da prodotti di scarto. Sono stati, inoltre, testati alcuni sistemi di gestione della concimazione che prevedessero una riduzione dei dosaggi del concime azotato e del numero di interventi agronomici. Altro aspetto di notevole interesse è quello legato alla possibilità di utilizzo del pannello proteico ottenuto dalla disoleazione delle farine di girasole, ipotizzando in questo modo una utilizzazione integrale dei prodotti ottenibili dal girasole nell'ambito territoriale di riferimento.

In questo contesto, l'analisi economica si è focalizzata sulla valutazione delle principali differenze, in termini di costo, nell'impiego dei diversi prodotti fertilizzanti posti a confronto con prodotti tradizionalmente impiegati per la coltivazione del girasole, in considerazione dei risultati agronomici che dichiarano percorribili tutte le alternative, con diverso grado di efficienza in relazione alle caratteristiche del sito nel quale vengono impiegate.

I concimi minerali tradizionali individuati per lo studio sono stati: il fosfato biammonico e l'urea, con distribuzione di quantitativi costanti del primo e decrescenti del secondo che sono stati scelti in base alla loro diffusione sul mercato. Per tutti i concimi e gli ammendanti organici inseriti nello schema sperimentale il livello di fertilizzazione è stato pari alla dose massima apportata con quelli minerali ($150 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) e a cui corrisponde una dose a ettaro diversa dato il loro diverso contenuto in azoto. E' stato, inoltre, impiegato un concime a lento rilascio a base di metilen-urea (BLUFORMULA MIX), recentemente proposto in un'unica somministrazione a dosaggio di azoto ridotto per la concimazione del girasole. Nella tabella seguente sono riassunti i principali costi delle diverse tipologie di prodotti testati.

TRATTAMENTI	Kg N/ha	Kg/ha	Euro/kg	Euro/ha	Tipo di tecnica
Urea	150	286	0,31	116	Convenzionale
Fosfato biammonico		100	0,27		
Urea	100	178	0,31	82	Alternativa 1
Fosfato biammonico		100	0,27		
Urea	50	70	0,31	49	Alternativa 2
Fosfato biammonico		100	0,27		
Metilen-urea (*)	100	290	0,37	107	Alternativa 3
Farina proteica	150	2500	0,18	450	Alternativa 4
Compost	150	7500	0,005-0,02	37,5-150	Alternativa 5

Tabella 10.1 - Costo dei prodotti tradizionalmente utilizzati nella concimazione del girasole e dei prodotti alternativi proposti dal Progetto in base ai quantitativi distribuiti ad ettaro.

(*) BLU FORMULA BF MIX NP 34-15

Dall'analisi dei costi dei diversi prodotti e delle dosi proposte, si evince in primo luogo che la semplice riduzione della dose di azoto nei prodotti tradizionalmente impiegati nella concimazione del girasole (urea e fosfato biammonico), consentono una significativa contrazione dei costi ad ettaro. Nel primo caso (alternativa 1), risultato valido dal punto di vista agronomico nella sperimentazione condotta presso l'azienda agricola "Fattoria di Oliveto" (Montespertoli), è osservabile una riduzione complessiva dei costi del 29%. Nel secondo caso (alternativa 2), risultato valido dal punto di vista agronomico nella

sperimentazione condotta presso il sito sperimentale del DAGA-Università di Pisa, situato a San Piero a Grado (Pisa), è documentabile una riduzione complessiva dei costi del 58%. Questo secondo caso, in ambienti dotati di sufficiente fertilità da consentire tale riduzione di dosi è da ritenersi particolarmente vantaggioso, portando ad una riduzione dei costi di oltre la metà.

L'utilizzo della Metilen-urea risulta vantaggioso rispetto ai concimi tradizionali utilizzati nelle dosi normalmente impiegate, consentendo un risparmio ad ettaro pari all'8%, ma la particolare convenienza economica nell'adottare questa tipologia di concime deriva dalla sua capacità di lento rilascio dell'azoto nel terreno che permette di risparmiare un intervento di distribuzione. Dal tariffario F.R.I.M.A.T. delle lavorazioni meccanico-agricole della Toscana risulta che il costo di un intervento di concimazione può variare da 27 a 35 euro ad ettaro, in base alla tipologia di spandiconcime utilizzato, per cui risulta mediamente di 31 euro/ha. Sommando al risparmio in termini di numero di interventi agronomici, il risparmio nell'acquisto del prodotto, avremo una riduzione complessiva dei costi pari al 35%, confermandosi come alternativa più conveniente rispetto alla prima che consentiva un risparmio del 29%.

La quarta alternativa relativa all'utilizzo della farina proteica di girasole risulta significativamente più costosa delle altre, difficilmente percorribile a parità di efficienza agronomica della coltura. L'utilizzo della farina, essendo un co-prodotto di trasformazione dei semi di girasole in olio, potrebbe risultare conveniente nel momento in cui l'azienda fosse dotata dell'impianto di trasformazione o che questo fosse gestito in maniera consorziata da più aziende. In questo modo, i costi di acquisto del prodotto andrebbero completamente azzerarsi e le materie prime necessarie per la concimazione risulterebbero auto-prodotte in azienda. Il caso dell'impianto di trasformazione consortile risulta senza dubbio la strada più agevolmente percorribile, consentendo di suddividere l'investimento iniziale per l'acquisto dell'impianto tra più aziende che permetterebbe conseguentemente di far usufruire delle farine ad un numero maggiore di esse. Nel caso specifico del progetto, potrebbe essere auspicabile l'acquisto di un impianto di trasformazione a livello provinciale, in consorzio tra le varie aziende insistenti sul territorio della provincia di Prato.

La quinta alternativa relativa all'utilizzo di compost di qualità è difficilmente valutabile a causa della variabilità del prezzo di compost di qualità. L'utilizzo di compost (quinta alternativa) risulta vantaggioso rispetto ai concimi tradizionali utilizzati nelle dosi normalmente impiegate, consentendo un risparmio ad ettaro pari al 67% nel caso di costo del compost pari a 37,5 euro a ettaro mentre risulta più costosa di circa il 29% considerando un costo del compost pari a 20 euro a ettaro.

10.1.2 Fase di estrazione

La fase di estrazione rappresenta una fase comune alle due tipologie di formulato poste a confronto, nella quale sono eseguiti i medesimi passaggi senza distinzioni per i due casi analizzati, nonostante questo abbiamo ritenuto opportuno inserirla comunque nell'analisi riportando i principali costi necessari per la produzione dell'olio raffinato. Nello specifico, i costi che entrano in gioco sono quelli relativi all'acquisto della materia prima, vale a dire semi di girasole varietà alto oleico a destinazione industriale, all'estrazione ed alla rettifica dell'olio. Date queste premesse, i costi di produzione a livello di estrazione dell'olio, reperiti attraverso indagini condotte presso aziende del comparto oleario italiano, possono essere così riassunti (vedi Tab. 10.2), tenendo conto del fatto che l'attuale costo del seme di girasole non-food è di 190 euro/t.

VALUTAZIONI ECONOMICHE SULLA FILIERA

COSTI DI PRODUZIONE A LIVELLO DI ESTRAZIONE	Euro/t seme
Costo dei semi di girasole non-food	190
Costi di estrazione (comprensivi dei costi fissi)	35-45
Costi di rettifica totale* (comprensivi del costo di trasporto da/per la raffineria)	37,5-42,5
Costo di produzione totale olio raffinato	262,5-277,5

* Degommaggio, neutralizzazione, deodorizzazione e decolorazione

Tabella 10.2 - Costi di produzione a livello di estrazione

I costi di produzione dell'olio rappresentati sono riferiti al quantitativo unitario di seme trasformato (una tonnellata). Va quindi considerata la resa di trasformazione: da 100 kg di seme di girasole della qualità tipo (9% umidità e 2% impurità) vengono normalmente prodotti 42 kg di olio e 54 kg di farine, mentre i 4 kg rimanenti vengono persi per evaporazione. Il costo risultante è di conseguenza relativo alla produzione di 420 kg di olio; facendo le debite proporzioni, i costi relativi alla produzione di una tonnellata di olio raffinato ammontano a 625-661 euro/t.

10.1.3 Fase di formulazione

A livello di formulazione dell'olio, i principali costi che entrano in gioco sono quelli relativi all'acquisto delle materie prime, alla ricerca, alla produzione del formulato e al confezionamento del prodotto (infustaggio, etichettatura, imballo).

Nel settore tessile i costi relativi all'acquisizione delle materie prime riguardano essenzialmente l'olio di girasole raffinato ad utilizzazione industriale e gli additivi, vale a dire emulgatori a basso impatto ambientale, quali alcoli etossilati, esteri, etc.. L'attuale prezzo dell'olio di girasole raffinato ad uso alimentare è di 650-655 euro/t¹, mentre per quanto riguarda l'olio non-food non esiste un vero e proprio mercato. Dalle indagini condotte presso gli operatori del settore emerge che il differenziale di prezzo è molto variabile, ma in linea generale può essere considerata una variazione in deficit compresa tra 45 e 75 euro/t, per cui, in ogni caso, il prezzo dell'olio ha senza dubbio un'influenza molto alta sul costo delle materie prime quantificabile nell'ordine del 60-70 % del costo complessivo pari a 900-950 euro/t.

I costi del formulato a base di olio di girasole e del formulato di livello medio-alto tra i più comunemente usati nel settore tessile, entrambi reperiti attraverso indagini condotte presso le aziende partner del progetto, sono riportati nella tabella seguente.

COSTI DI PRODUZIONE A LIVELLO DI FORMULAZIONE	Formulato a base di olio di girasole	Formulato convenzionale a norma (Direttiva 2003/53/CE)
Applicazione in fase di filatura	1200-1300	750-850

Tabella 10.3 – Costo di produzione totale del formulato relativamente al settore tessile (Euro/t)

Come evidenziato dalla tabella proposta, i costi di produzione tra i due prodotti differiscono significativamente di un valore variabile dal 29% (caso 1200 contro 850) al 42% (caso 1300 contro 750). Riteniamo importante segnalare che tale valore si è ridotto considerevolmente

¹ Tali prezzi sono aggiornati al 13 giugno '06 e sono relativi al Listino prezzi dell'Associazione Granaria di Milano che rappresenta il sistema di riferimento nazionale.

da quando è entrata in vigore la Direttiva europea 2003/53/CE che ha vietato l'utilizzo dei nonilfenoli (emulgatori utilizzati nel formulato) a partire dal gennaio del 2005.

Le principali differenze che scaturiscono da questo confronto sono imputabili al maggiore costo di acquisto delle materie prime, in cui l'olio di girasole risulta il fattore di maggior influenza. I costi relativi alle altre fasi del processo produttivo: ricerca, formulazione e confezionamento, non mostrano differenze significative tra i due casi a confronto.

10.1.4 Fase tessile

A livello di fase tessile, i principali costi che necessitano di essere analizzati riguardano i cosiddetti costi di utilizzo industriale che devono essere valutati in termini di convenienza da parte dell'azienda ad utilizzare il formulato biolubrificante. Tale convenienza deve prendere in considerazione una serie di aspetti, essenzialmente riconducibili ad eventuali modifiche che è necessario apportare al processo produttivo, a livello impiantistico e gestionale delle varie operazioni processuali, sul piano tecnico, in funzione della rispondenza del prodotto alle esigenze produttive, e in relazione alla differenza di prezzo rispetto ai formulati alternativi presenti sul mercato e al suo rapporto d'uso (a parità di risultato finale), nonché agli eventuali diversi costi considerando il ciclo produttivo nel suo complesso.

Dal punto di vista del processo produttivo, l'utilizzazione dei formulati a base di olio di girasole non comporta nessun tipo di modifica a livello impiantistico e gestionale, grazie all'idoneità dell'olio vegetale a poter essere impiegato nei tradizionali macchinari utilizzati normalmente in azienda; grazie a questo l'utilizzo dei biolubrificanti non determina costi aggiuntivi legati all'adeguamento delle apparecchiature aziendali. Anche sul piano tecnico non sono state rilevate problematiche di sorta, infatti la rispondenza del prodotto è risultata adeguata alle esigenze aziendali, portando alla produzione di tessuti dalle medesime caratteristiche tecniche. Una volta appurati questi aspetti che risultano chiave nell'eventualità di una possibile adozione dell'olio vegetale nel processo produttivo, occorre appurare le differenze di prezzo che intercorrono tra i formulati a confronto che troviamo riportate nella tabella seguente.

PREZZO ACQUISTO FORMULATO	Formulato a base di olio di girasole	Formulato convenzionale a norma (Direttiva 2003/53/CE)
Applicazione in fase di filatura	1700-1800	1000-1100

Tabella 10.4- Prezzi di acquisto dei formulati a confronto (Euro/t)

Dai valori mostrati, risulta evidente una maggiorazione di prezzo a carico del formulato a base di olio vegetale variabile dal 35% (caso 1700 contro 1100) al 44% (caso 1800 contro 1000). Tali differenze percentuali sono del tutto simili alle discrepanze rilevate a livello di costo di produzione del formulato, dato che normalmente la percentuale di ricarico media sui prodotti commercializzati varia dal 20% al 25%.

Le prove previste dal progetto sono state condotte su scala produttiva industriale nel tentativo di valutare le reali condizioni del processo produttivo ed hanno permesso di mettere a punto la dose ideale d'impiego dell'oleante (che non provocasse uno spreco di lana superiore al 4% dovuto alla scarsa lubrificazione dei macchinari). In sostanza, le dosi d'impiego degli oleanti convenzionali corrispondono al 6%-8% del peso della lana (mista) trattata, mentre quelle del formulato proposto dal progetto variano dal 4,5% al 5,5% del peso. Il rapporto d'uso è risultato dunque variabile tra 1:0,56 (nel caso 4,5% olio vegetale - 8% olio minerale) e 1:0,92 (nel caso 5,5% olio vegetale - 6% olio minerale) (non quantificabile in maniera esatta a causa della diversa necessità di lubrificazione dei macchinari in relazione alla quantità di lana messa in produzione) (Tab. 10.5), con il consumo di olio vegetale che quindi diminuirebbe del 8-44% rispetto all'olio minerale, a parità di prodotto finito.

VALUTAZIONI ECONOMICHE SULLA FILIERA

FORMULATO A BASE DI OLIO VEGETALE	RAPPORTO DI UTILIZZO
Applicazione fase di filatura	1:0,56-1:0,92

Tabella 10.5- Rapporto di utilizzo relativo al formulato a base di olio vegetale

Grazie a questo favorevole rapporto d'uso è possibile impiegare quantitativi di formulato vegetale inferiori al tradizionale, variabili dal 8% al 44%. Questa variazione comporta pertanto un abbattimento dei costi di utilizzo che induce una riduzione della variazione del prezzo del formulato vegetale rispetto a quello convenzionale. In pratica, a parità di prodotto finito, il prezzo del formulato vegetale si riduce da 1700-1800 euro/t a 1122-1656 euro/t determinando conseguentemente una riduzione del differenziale di prezzo che passa dal 35-44% al 2-40%. Nell'ipotesi più favorevole in cui il prezzo del formulato vegetale risulta di 1122 euro/t e quello del formulato convenzionale 1100 euro/t, i prezzi tra i due formulati posti a confronto differiscono solo del 2%, per cui in questo caso vi è buona probabilità che i biolubrificanti possano essere adottati.

A livello di ciclo produttivo, ai fini della quantificazione del costo dell'oleante sull'intero processo produttivo del tessuto, viene di seguito riportato il calcolo relativo ai costi di produzione industriale di un metro di tessuto lineare base, vale a dire 1mt.x1,5mt (misura internazionale tessile) con composizione 80 WO 20 PA, 500 gr., tit. 13000 (Tab. 10.6).

FASE	COSTO (Euro/metro)
Acquisto materia prima	1,8
Calo mista (scarti, sciupi)	0,10
Filatura	1,30
Orditura	0,15
Tessitura	0,8
Rammendo	0,15
Finissaggio	1,10
Controllo	0,15
COSTI TOTALI	5,55

Tabella 10.6 – Costi industriali di produzione di un metro di tessuto lineare base

Per questa tipologia di tessuto che rappresenta la più diffusa nel distretto, come si può notare dai dati la fase di filatura, vale a dire quella in cui viene direttamente impiegato il formulato a base di olio vegetale, rappresenta una delle fasi che influiscono maggiormente sui costi del ciclo produttivo (23,4%). In realtà, il costo dell'oleante rappresenta solo il 5% del costo totale di filatura, vale a dire 0,065 euro/metro, quindi è evidente che il "peso" del costo dell'olio sull'intero ciclo produttivo è assolutamente irrilevante (vedi figura 10.1). Dall'altro lato, occorre peraltro tenere presente che nel distretto tessile di Prato le aziende tessili raramente si presentano come aziende integrate che svolgono cioè al loro interno tutte le fasi del processo produttivo tessile, per cui la maggiorazione di costo dell'oleante vegetale ricadrebbe in maniera diretta sulle filature che operano conto terzi; nonostante questo, l'influenza del costo anche a livello di sola filatura si attesta comunque su livelli molto bassi.

VALUTAZIONI ECONOMICHE SULLA FILIERA

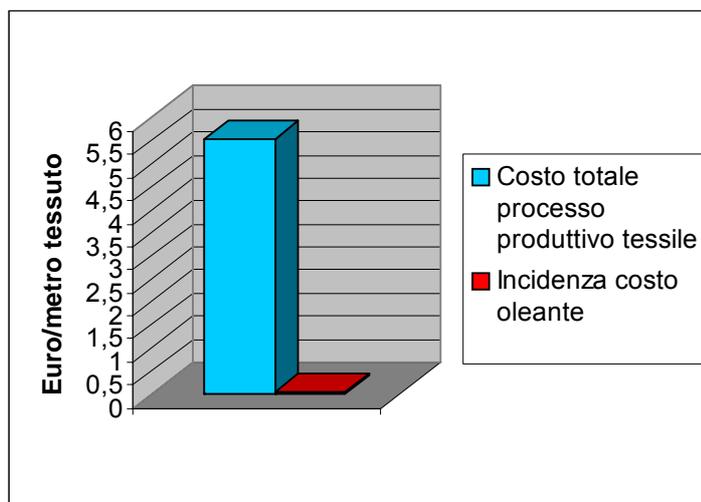


Figura 10.1 - Incidenza del costo dell'oleante sul costo totale del processo produttivo tessile

Se per ipotesi, tutte le aziende di filatura (circa 200 nel complesso del distretto) si convertissero all'utilizzo dell'olio vegetale, durante la fase di finissaggio si verificherebbe un notevole calo dei costi dovuto alla necessità di un minor numero di lavaggi del tessuto per la rimozione dell'olio (dato che gran parte di esso viene perso durante la fase di carbonizzo); in conseguenza di ciò si avrebbe anche un ridotto consumo di acqua ed enormi vantaggi in termini di depurazione. Poiché in ogni impianto di finissaggio convergono tessuti provenienti da centinaia di aziende di filatura diverse, anche estere, l'ammontare di questa riduzione di costo risulta di difficile quantificazione, ma rappresenterebbe senz'altro una percentuale non trascurabile.

10.1.5 Considerazioni conclusive

La convenienza economica all'utilizzo dei formulati a base vegetale dipende da un'ampia serie di fattori. Dal punto di vista della convenienza economica in senso stretto possiamo dire che nonostante la possibilità di impiegare quantitativi di biolubrificante inferiori al tradizionale (variabili dall'8% al 44%) a parità di prodotto finito, i costi permangono a livelli più elevati in percentuale variabile dal 2 al 40%. Nonostante questo, occorre comunque tenere presente la bassa percentuale di incidenza dei costi relativi alla fase di filatura (fase in cui vengono impiegati i biolubrificanti), rispetto ai costi dell'intero processo produttivo tessile.

Il consumo medio di oleante in un'azienda di filatura è da giudicarsi elevato ed il consumo totale a livello distrettuale è stimato in circa 4000 t/anno, per cui l'adozione del formulato vegetale potrebbe risolvere molte problematiche di carattere ambientale legate alla gestione degli oli in fase di post-utilizzo industriale. Prendendo in considerazione tutti i fattori che influiscono sulla scelta dell'imprenditore ai fini dell'utilizzo del biolubrificante, anche nel peggiore dei casi descritti a livello economico, occorre riflettere sugli enormi benefici di ordine ambientale e socio-sanitario del formulato vegetale, valutati in termini di riduzione del consumo di acqua, dei reflui prodotti, delle emissioni gassose e dei rischi negli ambienti di lavoro, e, conseguentemente, dei minori costi economici che la collettività deve sostenere per il loro contenimento. Tenendo conto di queste considerazioni, sembrano sussistere tutte le condizioni per una vantaggiosa adozione del formulato nell'ambito del settore tessile, favorendo l'utilizzo di prodotti di origine vegetale rispetto ai formulati convenzionali di origine minerale. La filiera dei biolubrificanti dovrebbe svilupparsi in maniera integrata nel distretto tessile favorendo il legame tra il mondo agricolo e quello industriale. A questo proposito l'utilizzo del compost in agricoltura potrebbe favorire lo sviluppo di queste relazioni consentendo il recupero di un materiale di scarto e la possibilità di riduzione dei costi di produzione.

11 ATTIVITA' DI DISSEMINAZIONE

Il progetto, durante il periodo di svolgimento delle attività, è stato presentato in tutti i meeting organizzati nell'ambito del programma ECOSIND:

- Meeting del dicembre 2004 a Firenze, Toscana;
- Meeting del 18-19 marzo 2005 a Tripoli, Peloponneso;
- Meeting del 25/11/2005 a Barcellona, Catalogna;
- Meeting del 24/02/2006 a Firenze, Toscana.

Come attività principale di disseminazione si è scelto di presenziare alla manifestazione Terra Futura 2006 (31 marzo- 1 e 2 aprile 2006) dove è stato allestito un apposito stand del progetto. Lo scopo della partecipazione a tale manifestazione è stato quello di raggiungere il più ampio pubblico possibile.

Terra Futura, giunta alla terza edizione, è una mostra convegno delle buone pratiche di sostenibilità che si tiene ogni anno a Firenze alla Fortezza da Basso. Il titolo della sessione culturale era *La nostra Terra Futura: oltre il petrolio, oltre l'ingiustizia*.

Secondo gli organizzatori nei tre giorni di evento sono affluiti alla manifestazione più di 70.000 visitatori. In ogni caso l'affluenza, la partecipazione e l'interesse sono stati a detta di tutti i presenti molto elevate. L'evento era stato opportunamente pubblicizzato sui principali media ed anche durante lo svolgimento numerosi articoli sono stati pubblicati sulle principali testate locali e nazionali.

Lo stand è stato allestito nel cuore dell'area espositiva (Padiglione Spadolini, piano terra a ridosso dell'entrata principale) all'interno di una vasta area promossa da Legambiente e Arsia Regione Toscana dove si illustravano i principi e lo stato dell'arte della chimica verde.

Una delle sette filiere analizzate era la filiera dei biolubrificanti. In tal modo le persone interessate potevano utilmente essere informate non solo del progetto, ma anche del contesto a livello di ricerca e sviluppo innovativo in cui è inserito.

Lo stand (4m x 3m) era disposto in posizione "ad angolo" verso l'ingresso del padiglione. Alle pareti sono stati appesi 3 poster realizzati appositamente: il primo illustrava gli obiettivi dell'operazione Ecosind, il progetto e i partner, il secondo descriveva la fase di sperimentazione agricola e il terzo quella industriale.

Al fine di illustrare la filiera è stato ricreato lo schema rappresentativo della filiera (vedi figura 11.1) e, per ciascun componente dello schema, era fisicamente presente un quantitativo sufficiente di campioni forniti da Draplane spa in modo che i visitatori potessero vedere e tastare la lana in ciascuna fase della produzione e rendersi conto del processo di realizzazione di una coperta e della diversa untuosità dei materiali.

In particolare si sono evidenziate le fasi in cui viene inserito l'olio nel processo e in cui avviene il lavaggio. Un campione di olio Oleante a base vegetale è stato richiesto a Houghton e sono stati esposti anche alcuni semi di girasole per sottolineare l'origine agricola dell'olio in oggetto.

Durante lo svolgimento della manifestazione è stato distribuito materiale informativo sul progetto e sui soggetti che hanno partecipato alla sua realizzazione. Inoltre, una persona di elevata formazione e idoneamente istruita sul progetto è stata incaricata di presenziare allo stand per tutta la durata della manifestazione al fine di fornire informazioni e raccogliere i nominativi delle persone interessate.

L'altra attività centrale scelta per la disseminazione dei risultati del progetto è stata la realizzazione sin dall'avvio del progetto ed il continuo aggiornamento del sito web ww.gatspot.net (vedi figura 11.2).

ATTIVITA' DI DISSEMINAZIONE

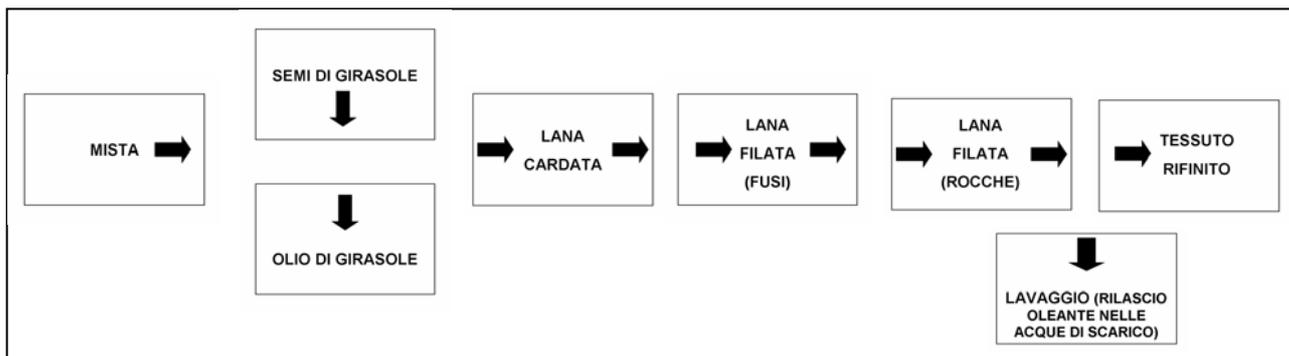


Figura 11.1. Schema logico per la realizzazione della filiera presso lo stand del progetto Gatspot



Figura 11.2 – Home page sito web www.gatspot.net

E' inoltre prevista per la fine di Settembre la presentazione al workshop conclusivo dei progetti Ecosind e la realizzazione di una tavola rotonda a cui parteciperanno soggetti pubblici e privati del distretto e più ingenerale del comprensorio pratese per la presentazione dei risultati finali del progetto.

12 CONCLUSIONI E PROPOSTE

Il progetto ha permesso in relazione alla filiera proposta di validare dati già esistenti e di fornirne di nuovi su molti aspetti.

Dal punto di vista della possibile attivazione della filiera:

- le prove agronomiche portate a termine hanno messo in evidenza le tecniche di coltivazione migliori per la coltura del girasole oltre a evidenziare la possibilità di utilizzo con buoni risultati del compost prodotto nel distretto consentendo in tal modo di realizzare strategie integrate di gestione del territorio e delle problematiche connesse nell'ottica della sostenibilità degli interventi;
- il materiale prodotto nella fase industriale (filato e tessuto) e le prove eseguite su di esso permettono di affermare che il formulato a base vegetale consente di raggiungere prestazioni confrontabili a quelle ottenibili con prodotti tradizionali e pertanto non esistono limitazioni di tale tipo all'utilizzo del prodotto proposto.

In termini di ricadute ambientali:

- l'analisi LCA, svolta sulla base dei dati raccolti nell'ambito delle sperimentazioni effettuate in fase agricola ed industriale, permette di affermare che l'impatto sull'ambiente relativo alla produzione di una tonnellata di filato con utilizzo di oleante tradizionale di sintesi è maggiore rispetto a quello relativo al caso in cui si utilizzi oleante a base vegetale. Ciò è dovuto alla diversa composizione dell'oleante e alla diversa quantità che se ne utilizza in fase di unzione della mista;
- la valutazione dell'indice di rinnovabilità degli oleanti (di sintesi e a base vegetale) mette in evidenza come il contenuto in carbonio derivato da fonti rinnovabili sia molto maggiore per l'oleante a base vegetale (74%) che per gli oleanti a base di alchilati (<30%);
- da un punto di vista ecotossicologico il confronto tra un formulato di sintesi e quello a base vegetale non ha evidenziato differenze significative: entrambi i prodotti testati sono risultati tossici nei confronti del crostaceo acquatico *Daphnia magna* (LC_{50} in 24 ore approssimativamente di 6 mg/L e comunque sicuramente < 10 mg/L per entrambi), mentre sono risultati non tossici verso l'insetto del suolo *Folsomia candida* (LC_{50} in 24 ore >150 mg/L per entrambi). L'elevata tossicità acquatica sembra sostanzialmente indipendente dalla base oleosa utilizzata ed è probabilmente dovuta agli additivi presenti nelle formulazioni;
- ulteriori indagini sulla fase di smaltimento dell'oleante all'interno del ciclo produttivo tessile mettono in evidenza una possibile minore ricaduta legata all'utilizzo di oleanti a base vegetale per quanto riguarda gli effetti di scarichi nei corpi idrici ricettori. Tale effetto è legato alla maggiore biodegradabilità dei componenti il prodotto già provata durante la precedente sperimentazione sulla base di una metodologia indicata dal manuale eco-label attraverso la valutazione del rapporto BOD_5/COD (se è superiore a 0.5 il lubrificante viene classificato come "in definitiva biodegradabile per via aerobica"). Tale rapporto risultò di 0.55 per il formulato a base vegetale e di 0.28 per un formulato tradizionale. Così se la tossicità acuta dei prodotti opportunamente confezionati è paragonabile, è ipotizzabile che lo stesso test fornirebbe risultati differenti se fosse condotto dopo un tempo sufficiente ad una biodegradazione aerobica dei formulati contenuti in soluzione acquosa.

Infine, in termini economici:

- nonostante la possibilità di impiegare quantitativi di biolubrificante inferiori al tradizionale a parità di prodotto finito, i costi permangono a livelli più elevati in percentuale variabile dal 2 al 40%.

CONCLUSIONI E PROPOSTE

Nonostante la bassa percentuale di incidenza dei costi relativi alla fase di filatura (in cui vengono impiegati i biolubrificanti), rispetto ai costi dell'intero processo produttivo tessile, la differenza di costo fra i formulati tradizionali e quelli a base vegetale permane comunque abbastanza elevata e, soprattutto in un periodo di crisi per il settore tessile ed in particolare del settore della filatura, appare improbabile pensare ad una spontanea adesione degli imprenditori a sistemi di gestione più costosi di quello attuale.

L'aspetto economico pertanto riveste un'importanza fondamentale per l'attivazione della filiera ed è chiaro quindi che sarebbe necessario che a livello locale e di distretto venisse affermata la volontà politica di promuovere tale prospettiva anche attraverso misure di tipo economiche in modo da renderla sostenibile.

A tale proposito, conformemente agli obiettivi del progetto, si è cercato di individuare possibili soluzioni per rendere competitivo il costo dell'oleante di sintesi. Dal momento che il progetto ha messo in evidenza possibili sinergie con il sistema di smaltimento e gestione dei rifiuti attraverso il riutilizzo del compost nella fase di coltivazione del girasole, l'ipotesi proposta come strada percorribile per attuare un pareggio nel costo dei formulati è quella di studiare forme di indennizzo territoriale sul sistema rifiuti.

Nelle tabelle seguenti è riportato:

- lo scarto (range) esistente fra costo dell'oleante a base vegetale e costo dell'oleante tradizionale di sintesi e il costo che il compost dovrebbe avere per pareggiare tale scarto;
- l'entità del costo da ripartire sul sistema di smaltimento e gestione rifiuti per pareggiare il costo dell'oleante e l'entità dell'indennizzo territoriale che ne risulterebbe.

prezzo acquisto formulato vegetale	1.122	1.656	€/t
prezzo acquisto formulato convenzionale	1.000	1.100	€/t
differenza costo oleanti	122	556	€/t
compost per 1 ton formulato vegetale	2,68	2,68	t
Costo di collocamento compost da considerare per l'annullamento del gap economico	45,47	207,24	€/t

Tabella 12.1 – scarto fra costo oleante di sintesi e oleante a base vegetale

Produzione totale RU	ton/anno	250.000 (*)	250.000(*)
Produzione stimata di compost	ton/anno	16.000 (*)	16.000 (*)
formulato anno usato	ton/anno	4.000 (**)	4.000 (**)
compost impiegabile per formulato	ton/anno	10731,76	10731,76
costo da ripartire sul "sistema rifiuti"	€/anno	488.000	2.224.000
Incremento del costo industriale di gestione della filiera rifiuti	€/ton	1,952	8,896

Tabella 12.2 – Ipotesi di indennizzo territoriale sul sistema dei rifiuti

(*) stima produzione rifiuti e flusso inviato a compostaggio al 2010 secondo il Piano di Gestione Rifiuti della provincia di Prato

(**) valore medio stimato: 4000 ton/a

Come è possibile notare dai dati riportati nella tabella precedente, a livello di distretto lo scarto fra il prezzo di mercato dei due formulati risulta compreso fra i 854.000 e i 3.892.000 di euro circa. Tale importo spalmato sul costo compost o sulla tariffa rifiuti porterebbe a necessarie forme di indennizzo variabili tra 1,9 €/t e 8,9 €/t. Ovviamente mentre nel primo caso i costi potrebbero essere sostenibili nel secondo la cifra appare troppo elevata.