

**Bando RICERCA PER L'AMBIENTE  
PRAA 2004-2006  
Azione D21 "Azioni di sistema per la ricerca e innovazione"**

**Titolo del Progetto: "Sistemi innovativi per la logistica del servizio di  
fornitura e distribuzione del compost in agricoltura"**

**Acronimo: SPANDICOMPOST**

**RELAZIONE FINALE**

**Soggetto proponente:**

Toscana Ricicla s.c.r.l.

**Soggetti partner:**

DIAF – Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale

Bibbiani s.r.l.

IRIPA

ERATA

CIPA – AT Sviluppo rurale toscana

Quadrifoglio S.p.A.

Publiambiente S.p.A.

Safi S.p.A.

Siena Ambiente S.p.A.

Cermec S.p.A.

AISA S.p.A.

**APRILE 2007**

<b>Premessa</b> .....	<b>3</b>
<b>Obiettivi</b> .....	<b>5</b>
<b>Metodologia</b> .....	<b>5</b>
<b>Partner</b> .....	<b>6</b>
Attività' 1 - Verifica e adeguamento degli attuali sistemi di distribuzione del compost .....	6
Attività' 2 - Progettazione e realizzazione di un dosatore per la miscelazione di fertilizzanti nella fase di distribuzione del compost.....	7
Attività' 3 – Studio dell’efficienza e dell’efficacia di un cantiere combinato per il trasporto, la movimentazione e la distribuzione del compost e validazione in campo .....	8
Attività' 4 – Studio della logistica del sistema.....	9
<b>1. Verifica, Progettazione e validazione in campo del cantiere combinato</b> .....	<b>10</b>
1.1. Obiettivi della sperimentazione: .....	11
1.2. Verifica dell’adeguamento dei sistemi di spandimento esistenti .....	11
1.3. Definizione dell’allestimento del cantiere mobile per il trasporto del materiale e dei mezzi e verifica del funzionamento.....	11
1.4. Progettazione e realizzazione del sistema di dosaggio da applicare allo spandicompost ....	12
1.5. Prove di validazione in campo.....	14
1.6. Analisi di altri cantieri per la distribuzione in campo del compost.....	18
1.7. Conclusioni .....	22
<b>2. La fornitura del servizio di consegna e distribuzione del compost</b> .....	<b>24</b>
2.1. La validazione in campo .....	25
2.2. Le aziende agricole interessate dalla sperimentazione.....	25
2.3. Le aziende produttrici di compost di qualità partecipanti al progetto.....	28
2.4. Le prove di validazione.....	30
2.5. Risultati .....	32
2.6. Descrizione delle macchine e dei cantieri per la distribuzione del compost in pieno campo (seminativi e oliveti/frutteti tradizionali o specializzati a sesto ampio) e loro confronto tecnico-economico .....	34
2.7. Descrizione delle macchine e del cantiere per la distribuzione del compost nei vigneti (anche per gli oliveti e frutteti specializzati con sestri d’impianto ristretti e obbligati) e sua valutazione economica .....	40
<b>3. L’utilizzo del dosatore di concime posizionato sullo spandi – compost</b> .....	<b>45</b>
3.1. L’utilizzo del dosatore di concime minerale.....	46
3.2. Calcolo delle dosi di concime minerale integrativo e utilità del dosatore: .....	46

## Premessa

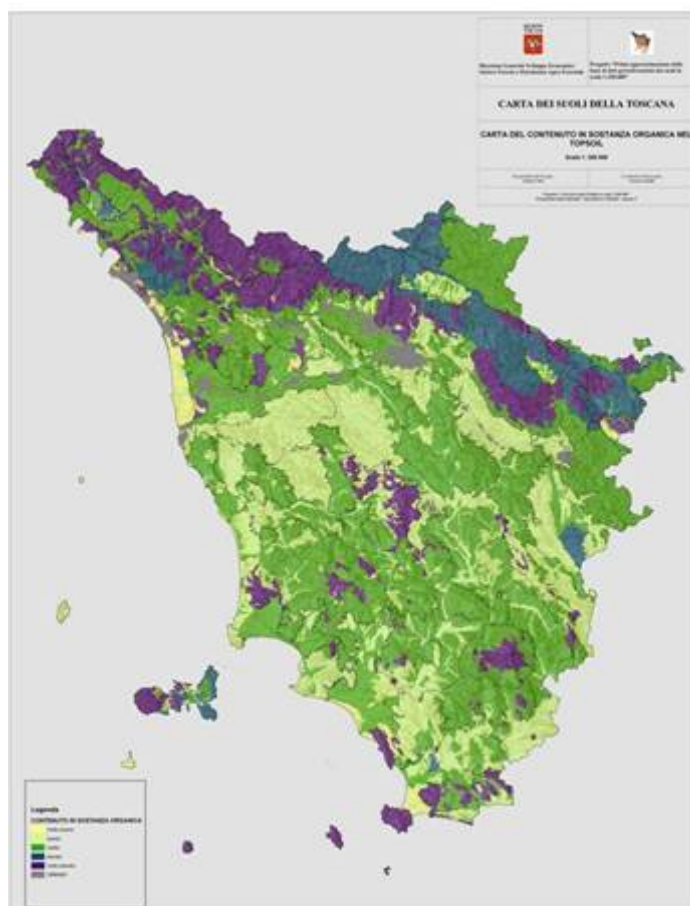
Il rifiuto urbano prodotto in Toscana è costituito da un’alta percentuale di rifiuto organico (25 -30%) composta dagli scarti umidi di cucine e mense e da scarti verdi delle potature di giardini e parchi. Il prodotto del compostaggio è un AMMENDANTE per i terreni agricoli, disciplinato dalla norma 217/2006 (già L. 748/84)

Dal 1996 ad oggi la raccolta differenziata ha avuto un notevole sviluppo anche in relazione alle nuove norme in campo ambientale che imponendo obiettivi sempre più ambiziosi di raccolta differenziata e di riduzione dell’utilizzo della discarica per il conferimento della parte biodegradabile del rifiuto, hanno concentrato le amministrazioni e i gestori dei servizi di igiene ambientale sulla ricerca di una soluzione per favorire il recupero della sostanza organica del rifiuto.

Se oggi la RD della frazione organica arriva a produrre oltre 250.000 tonnellate all’anno di rifiuti verdi e scarti di cucine a fronte di un obiettivo di raccolta differenziata raggiunto del 35%, è immaginabile che il raggiungimento di obiettivi del 50% ci porteranno a raccogliere oltre 400.000 ton/anno di frazione organica differenziata e a produrre oltre 100.000 ton/anno di compost di qualità.

Ormai da tempo si pensa che questo materiale possa costituire una importante fonte di sostanza organica per i terreni.

Dai lavori realizzati nell’ambito del progetto regionale “Carta dei Suoli della Toscana 1:250.000” risulta un tenore in sostanza organica dei suoli spesso scarso (vedi cartina pagina seguente). Un tenore di sostanza organica nel suolo intorno al 2 % è considerato generalmente agronomicamente valido.



Contenuto di sostanza organica percentuale nei primi 50 cm di suolo.

Per questi motivi la Regione Toscana ha da tempo compreso l'importanza della questione orientando le sue politiche ambientali alla verifica dell'esistenza delle condizioni per un effettivo impiego di questo prodotto, attraverso alcuni obiettivi:

1. Adeguamento del sistema di raccolta e del sistema impiantistico di compostaggio per la produzione di compost di qualità;
2. Verifica delle caratteristiche del compost prodotto
3. Sperimentazione in campo agricolo per la verifica delle caratteristiche agronomiche del compost di qualità.

Dal 2001 sono stati avviati tavoli di concertazione che hanno consentito la definizione delle priorità di intervento su questa specifica tematica grazie all'incontro di produttori e utilizzatori.

Con D.G.R.T. n. 100 del 10/02/2003 sono stati approvati i testi degli accordi volontari mirati al recupero/riciclo di materiali provenienti da raccolte differenziate e nello specifico il testo. Dell'accordo n. 1 “ Produzione di compost di qualità e promozione di un mercato dell'impiego a fini agronomici”. L'accordo è stato firmato il 06/03/2003.

I soggetti che fanno parte della filiera per la produzione e l'utilizzo di questo prodotto hanno risposto dunque alla richiesta delle istituzioni di verificare le condizioni operative del sistema divenuto una delle priorità ambientali della Regione: attraverso la verifica delle possibilità di impiego del compost di qualità in agricoltura e la soluzione delle eventuali problematiche ad esso connesse, è possibile creare un mercato di questo prodotto che si tradurrà in:

- Aumento delle percentuali di raccolta differenziata (attraverso l'aumento della raccolta della frazione organica)
- Riduzione del quantitativo di rifiuti conferito in discarica, con particolare riferimento alla frazione biodegradabile dei rifiuti.
- Miglioramento della fertilità dei suoli attraverso l'integrazione della sostanza organica.

Attraverso l'accordo è stata creata una rete di soggetti che hanno lavorato sui vari aspetti della produzione e dell'utilizzo del compost di qualità. Il gruppo di partner che hanno partecipato a questa sperimentazione collabora dunque dal 2003 ad un ampio progetto per verificare e promuovere l'utilizzo del compost di qualità in agricoltura.

Tra le iniziative nate dall'accordo di programma è stato di grande importanza il progetto gestito da ARSIA “**Iniziative di collaudo e trasferimento di tecniche idonee per l'impiego del compost di qualità in agricoltura**” una sperimentazione biennale che ha previsto di consegnare e far provare il materiale ad un parco di aziende agricole individuate sul territorio toscano e della quale sono stati recentemente pubblicati i risultati. Nell'ambito di questo progetto il Dipartimento di Ingegneria Agraria Forestale ha lavorato allo “*studio delle soluzioni tecnologiche appropriate per il trasporto e la meccanizzazione delle operazioni di distribuzione del compost di qualità e la relativa valutazione della loro sostenibilità economica*”<sup>1</sup>.

Attraverso lo studio delle varie fasi della distribuzione del compost in azienda “*la sperimentazione ha permesso di individuare due tipologie di carri spandiletame modificati dalla Ditta Bibbiani di Monteriggioni (Si), idonei per lo spandimento del compost, uno per il pieno campo, dotato di una girante posta anteriormente e scarico laterale, l'altro per frutteto caratterizzato da scarico posteriore*”<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Dalla pubblicazione dei risultati del progetto – Il compost di qualità in agricoltura

<sup>2</sup> Dalla pubblicazione dei risultati del progetto – Il compost di qualità in agricoltura

Per sistema di spandimento però non si intende solo la distribuzione del materiale in campo ma tutto il servizio di fornitura del materiale, trasporto, carico scarico e distribuzione.

Quello che emerso dal Progetto gestito da ARSIA è stata proprio la necessità di verificare un sistema integrato di fornitura del prodotto compost e dei mezzi, che è diventato proprio l’oggetto del Progetto SPANDICOMPOST.

Consegnare i mezzi per il carico e la distribuzione del materiale, insieme al prodotto da distribuire, è una idea innovativa che ha necessitato della verifica delle problematiche e delle variabili che possono influire sul sistema.

Tale verifica doveva necessariamente essere svolta in campo, su scala reale, attraverso lo studio delle condizioni in campo.

Il lavoro svolto dal progetto Spandicompost ha consentito di esplorare il mondo della fornitura di un nuovo servizio integrato osservandone in campo le caratteristiche.

## **Obiettivi**

Obiettivo della presente sperimentazione era quello di definire e validare soluzioni tecnologiche idonee alla distribuzione del compost in agricoltura.

Il progetto ha studiato in particolare l’efficacia e l’efficienza di un sistema integrato di fornitura del compost, trasporto di materiale e mezzi per la sua distribuzione e carico verificando il funzionamento su scala reale di un cantiere combinato per il trasporto congiunto di materiale (ammendante compostato) e mezzi per la distribuzione in campo (spandicompost) e per l’eventuale carico (pala).

Valore aggiunto al progetto inoltre è stato dato dalla progettazione e realizzazione di un apposito dosatore di concime minerale, applicabile al carrello spandicompost per consentire la congiunta distribuzione di ammendante e concime al terreno.

Questo apparecchio favorendo la riduzione dei tempi agricoli attraverso la riunione di due diverse pratiche colturali, è stato ideato per ridurre i tempi di distribuzione (la somma dei tempi delle due pratiche colturali separate è superiore al tempo impiegato effettuandole congiuntamente).

## **Metodologia**

Il progetto è stato realizzato integrando tre diverse metodiche:

- Lo studio e la ricerca delle soluzioni tecniche e logistiche per ottimizzare il servizio di fornitura del compost nell’ottica della soddisfazione dei clienti;
- La realizzazione in laboratorio e in officina dei sistemi di distribuzione, con particolare riferimento al dosatore di concime minerale da integrare al mezzo spandicompost
- La validazione in campo, su scala reale, di tutto il sistema impostato per la verifica dell’effettivo funzionamento e l’analisi delle variabili che incidono sui costi e l’efficienza.

## Partner

Partner	Attività/ruolo
<b>Toscana Ricicla</b>	- In funzione di capofila ha coordinato le attività svolte dai partner del progetto e curato i rapporti con la Regione Toscana; - Studio della logistica del sistema e validazione in campo;
<b>DIAF</b>	- Verifica e adeguamento dei sistemi di spandimento; - Progettazione e realizzazione del sistema di dosaggio da applicare allo spandicompost; - Allestimento del cantiere mobile per il trasporto di materiale e mezzi e ne ha verificato il funzionamento; - Collaborazione allo studio della logistica e alla validazione in campo
<b>Bibbiani</b>	- Fornitura del mezzo spandicompost per la sperimentazione; - Collaborazione alle fasi di: - adeguamento dei sistemi di spandimento esistenti; - realizzazione del sistema di dosaggio da applicare allo spandicompost - validazione in campo;
<b>IRIPA ERATA CIPA- AT Sviluppo rurale toscana</b>	- Collaborazione alla validazione del sistema attraverso l'organizzazione delle operazioni colturali, sia in fase preliminare (scelta e coinvolgimento delle aziende) sia nella fase operativa (supporto e verifica durante le prove)
<b>Aziende produttrici compost (Quadrifoglio – Safi - Publiambiente – Sienambiente – Cermec – Aisa)</b>	- Collaborazione alla validazione del sistema in campo, attraverso l'organizzazione del servizio e la fornitura del materiale

## Attività svolte

Da febbraio 2006 ad aprile 2007 i partner hanno collaborato per la realizzazione delle seguenti attività:

- la verifica e l'adeguamento dei sistemi di distribuzione del compost di qualità, con particolare riferimento ai mezzi della Ditta Bibbiani, partner di progetto già collaudati in precedenti sperimentazioni;
- la realizzazione di un mezzo dosatore spandiconcime da applicare allo spandicompost;
- la definizione di un sistema di fornitura materiale + servizio di distribuzione e validazione in campo su scala reale;
- lo studio dell'efficacia del sistema adottato e dei costi del servizio attraverso l'analisi delle variabili che influiscono sul suo funzionamento.

Di seguito si riepilogano brevemente le attività svolte che verranno dettagliate nelle relazioni tecniche riportate nei capitoli seguenti.

### Attività 1 - Verifica e adeguamento degli attuali sistemi di distribuzione del compost

Nell'ambito del progetto è stato verificato il funzionamento dei sistemi di distribuzione dei carri spandicompost della Ditta Bibbiani di Monteriggioni (Si).

Il progetto prevedeva infatti di verificare la possibilità di realizzare la fornitura di un servizio integrato per l'agricoltore che prevedesse:

- la consegna del materiale e dei mezzi necessari per la sua distribuzione

I mezzi della Ditta Bibbiani di Monteriggioni sono degli spandiletami appositamente modificati per la distribuzione del compost identificati e collaudati nell'ambito di una

precedente ricerca condotta dai partner e gestita da ARSIA “Iniziative di collaudo e trasferimento di tecniche idonee per l’impiego del compost di qualità in agricoltura”.

La ditta Bibbiani dispone di due tipi di spandicompost:

- a. Modello da “pieno campo”: dotato di turbina anteriore e scarico laterale ha circa 5 t di capacità di carico, trainato da un trattore da 80-90 cv
- b. Modello da “filari”: caratterizzato da scarico posteriore, ha circa 1 t di capacità di carico trainato da un trattore da 80-90 cv

La verifica del funzionamento delle suddette macchine, effettuata dal Dipartimento di Ingegneria Agraria e forestale ha dimostrato che i mezzi sono assolutamente adeguati sia dal punto di vista tecnico che dal punto di vista della capacità di lavoro per la maggior parte dei casi e che non sono necessarie o economicamente convenienti ulteriori modifiche ai sistemi di distribuzione, rispetto a quelle già effettuate nel precedente progetto.

In particolare è stata verificata la possibilità di predisporre dei sistemi irroranti in prossimità del canale di uscita del carro spandicompost, per limitare l’eventuale fuoriuscita di materiale polveroso durante la distribuzione. Da prove effettuate in laboratorio però è risultato che, a causa dell’elevata capacità di assorbimento di acqua da parte del compost, la modifica non risulta conveniente in quanto l’elevata quantità di acqua richiesta per l’irrorazione comporterebbe la necessità di serbatoi di accumulo con dimensioni improponibili.

Per ovviare al problema della creazione di polvere eccessiva durante la distribuzione con i mezzi suddetti, che può verificarsi in alcuni casi (come è stato rilevato anche durante una delle prove di validazione) laddove il materiale da distribuire sia caratterizzato da una fine granulometria è necessario utilizzare sistemi diversi dai precedenti.

Durante la sperimentazione si è deciso dunque di verificare il funzionamento di due ulteriori mezzi presenti sul mercato:

1. Un mezzo della ditta *Bossini* in cui il sistema di distribuzione con girante orizzontale, permette il lancio del prodotto ad un’altezza dal suolo. Il sistema consiste in un cantiere giornaliero costituito da uno spandicompost-trasportatore da circa 15,4 t di capacità di carico, trainato da trattore da 180 cv.
2. Un carro letame dei F.lli Annovi modificato attraverso un cabinamento posteriore. Si tratta di uno spandiletame con alberi distributori verticali (omologato per viaggiare su strada a 40 Km/h) e grembiule di copertura in uscita (in maniera tale che impedendo il lancio contiene la dispersione delle polveri); il mezzo può essere modificato togliendo gli alberi verticali e ponendo una saracinesca regolabile (manualmente) su retro in maniera da lasciar aperta una feritoia da dove far cadere liberamente il compost (fatto avanzare con il tappeto a catena mobile) sul terreno. Al fine di limitare al massimo la dispersione delle polveri.

*Per la descrizione dettagliata dei mezzi presi in esame dalla presente ricerca si rimanda ai capitoli 1 e 2.*

## **Attività 2 - Progettazione e realizzazione di un dosatore per la miscelazione di fertilizzanti nella fase di distribuzione del compost**

Come noto il contenuto del compost in macroelementi è spesso variabile e in certi casi, molto dipende dal ciclo colturale delle colture prescelte, insufficiente a coprire l’intero fabbisogno in N, P e K delle differenti colture.

Particolarmente innovativa è risultata l’idea di realizzare un sistema che consentisse la distribuzione congiunta di ammendante (compost) e concime minerale attraverso un’unica operazione colturale.

Con il presente progetto è stato realizzato un prototipo di *dosatore* automatico di concime minerale da combinarsi con lo *spandicompost* per la distribuzione contemporanea del compost e del concime minerale necessario a coprire l'intero fabbisogno della coltura prescelta; tale semplificazione consente sensibili risparmi economici ed energetici e contribuisce a salvaguardare dell'ambiente (un misurato apporto in macroelementi, un minore utilizzo di confezioni di plastica - *spesso bruciate o disperse in loco*-, un ridotto numero di passaggi con i mezzi e conseguente mantenimento della struttura del terreno).

Il *dosatore* automatico realizzato consiste in una tramoggia d'acciaio inox (recipiente a pareti inclinate munito di aperture sul fondo) separata al suo interno in due equisezioni da un diaframma, con sul fondo, in corrispondenza di sei aperture, un cilindro dosatore munito di un regolatore di portata (azionato idraulicamente) capace di convogliare nei rispettivi diffusori una quantità di concime minerale nell'unità di tempo proporzionale a quella del compost. La capacità massima di carico della tramoggia è di 250 Kg (125 kg x 2 sezioni).

*Le caratteristiche e i vantaggi connessi all'uso del dosatore sono riportati nel dettaglio nei capitoli 1 e 3.*

### **Attività 3 – Studio dell'efficienza e dell'efficacia di un cantiere combinato per il trasporto, la movimentazione e la distribuzione del compost e validazione in campo**

La fase 3 è stata la fase centrale del progetto, mirata a verificare la fattibilità tecnica e la sostenibilità economica di un sistema integrato di fornitura materiale + mezzi per la distribuzione in campo del compost di qualità.

L'allestimento del cantiere per la realizzazione di un servizio integrato per gli agricoltori che non hanno in dotazione tipologie di macchine necessarie per l'utilizzo di compost, ha preso in considerazione le diverse fasi di un'attività di fornitura:

- il trasporto dall'azienda di produzione all'azienda agricola dell'ammendante compostato e dei mezzi per il suo spandimento;
- il carico e lo scarico dei mezzi e del materiale;
- lo spandimento in campo anche integrato alla distribuzione di concime minerale attraverso il dosatore progettato in fase 2.

Per la fase di validazione in campo, ERATA, IRIPA E CIPA – AT hanno individuato n. 6 aziende agricole che potessero fornire terreni, mezzi e personale per le verifiche in campo. Il coinvolgimento delle aziende è avvenuto sulla base di vari elementi quali la localizzazione, la distanza dagli impianti di compostaggio, l'indirizzo produttivo, l'estensione, le caratteristiche tecnico organizzative, la sensibilità rispetto alla questione dell'uso del compost in agricoltura, la disponibilità, l'interesse a collaborare.

Le aziende produttrici di compost hanno verificato attraverso colloqui e visite presso gli appezzamenti agricoli l'agibilità dei terreni forniti dagli agricoltori per le prove dimostrative al fine di verificare la possibilità di raggiungere i terreni con il cantiere progettato ed hanno concordato con gli utilizzatori la data per il trasporto del materiale.

Durante le prove il personale di IRIPA, ERATA, CIPA AT, il personale di Toscana Ricicla e dell'Università di Ingegneria Agraria e Forestale e della Ditta Bibbiani ha supervisionato le fasi di scarico dei mezzi, carico del compost sullo spandicompost e distribuzione in campo effettuate dal personale delle aziende agricole proprietarie dei terreni in collaborazione con i trasportatori e i dipendenti della ditta Bibbiani.

Le operazioni in campo sono state le seguenti:



- Distacco del carrello dal rimorchio di compost a cura del trasportatore/fornitore.
- Scarico del quantitativo di compost sul campo a cura del trasportatore/fornitore.
- Collegamento dello spandicompost al trattore di dotazione aziendale dell'agricoltore.
- Carico del compost sull'operatrice per mezzo di pala di dotazione aziendale, a cura dell'agricoltore.
- Distribuzione del compost in campo anche congiunta alla distribuzione concime minerale (mediante dosatore) a cura dell'agricoltore.

Questa attività ha consentito al Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale e di Toscana Ricicla, attraverso l'effettuazione di rilievi in campo, di analizzare le suddette operazioni dal punto di vista di:

- L'adeguatezza dei mezzi e del sistema dal punto di vista tecnico (funzionamento, flessibilità alle condizioni in campo, possibilità di utilizzo da parte di operatori non specializzati)
- L'efficienza del sistema dal punto di vista dei tempi di carico, scarico dei mezzi, del materiale e distribuzione in campo dell'ammendante e del concime.

*I risultati della fase 3 sono riportati nel dettaglio nel capitolo 1*

#### **Attività 4 – Studio della logistica del sistema**

Lo studio è stato condotto su terreni agricoli di dimensioni e caratteristiche rappresentative del panorama toscano, ed ha simulato il funzionamento di un sistema reale; le ingenti quantità di materiale impiegato su ciascuna prova (circa 170 tonnellate per ciascuna azienda) hanno consentito di verificare il funzionamento dell'intera filiera di fornitura e spandimento del compost di qualità. Sulla base delle prove effettuate in campo Toscana Ricicla ha potuto elaborare un confronto tecnico economico tra i cantieri integrati sperimentati.

Lo studio della logistica ha correlato i risultati delle attività precedenti con l'effettiva fattibilità del sistema, analizzando le variabili che influiscono sul suo corretto funzionamento:

- Caratteristiche del materiale
- Sistema di distribuzione scelto
- Conoscenza del prodotto da parte dell'utilizzatore
- Verifiche operative preliminari:
  - o Condizioni meteorologiche
  - o Tipologia di terreno
  - o Pendenze
  - o Accessi ai terreni: dimensioni strade, presenza di abitazioni...
  - o Presenza di mezzi per il carico in azienda

Tale verifica ha consentito di individuare gli anelli deboli del sistema e i punti di forza ed ha consentito, anche grazie al confronto con un tipo di servizio diverso, di effettuare un confronto e di definire uno specifico ambito di utilizzo.

*Vedi capitolo 2*

**I risultati della sperimentazione condotta sono riportati nei capitoli seguenti.**

**1. Verifica, Progettazione e validazione in campo del cantiere combinato**

**Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale  
Sezioni: Costruzioni e Territorio, Idronomia, Meccanica**

## **1.1. Obiettivi della sperimentazione:**

1. Verifica dell'adeguamento dei sistemi di spandimento esistenti
2. Definizione dell'allestimento del cantiere mobile per il trasporto del materiale e mezzi e verifica del funzionamento
3. Progettazione e realizzazione del sistema di dosaggio da applicare allo spandicompost
4. Prove di validazione in campo

## **1.2. Verifica dell'adeguamento dei sistemi di spandimento esistenti**

Nell'ambito della precedente ricerca ARSIA "Iniziative di collaudo e trasferimento di tecniche idonee per l'impiego del compost di qualità in agricoltura", sono state identificate le tipologie di macchine idonee per lo spandimento del compost, in pieno campo e nel frutteto. Si tratta di carri spandiletami modificati appositamente dalla Ditta Bibbiani di Monteriggioni (Si), uno per il pieno campo, dotato di girante anteriore e scarico laterale. l'altro per frutteto caratterizzato da scarico posteriore.

Le suddette macchine sono state in parte modificate nell'ambito della ricerca gestita da ARSIA: le modifiche hanno riguardato soprattutto, gli apparati distributori, che sono stati dotati di alette maggiorate allo scopo di creare una corrente di aria che permetta di soffiare il prodotto, in quanto rispetto al letame è più friabile e polverulento.

Sono assolutamente inadeguate le tipologie di spandiletame a rotori verticali posteriori, che accentuano il fenomeno della polverosità.

Al momento risultano queste, le macchine spandicompost più adeguate e che consentono una capacità di lavoro rispettivamente pari ad 1 ha/h, modello per pieno campo, 0.65 ha/h, modello da frutteto.

E' stata verificata la possibilità di realizzare un Kit da applicare a spandiletame con rotori posteriori (orizzontali o verticali).

Il problema sostanziale risiede nell'elevato costo della manodopera per effettuare la modifica, rispetto al costo a nuovo di una macchina idonea.

*Esempio pratico: costo manodopera 30,00 €/h + IVA per almeno 40 ore=1200,00€+ 1.000-1500 € materiali).*

Le problematiche relative alla sostenibilità economica dell'operazione hanno portato successivamente a studiare una soluzione per l'allestimento di un cantiere combinato per il trasporto, la movimentazione e la distribuzione del compost.

Il progetto SPANDICOMPOST ha studiato la possibilità di predisporre dei sistemi irroranti in prossimità del canale di uscita del carro spandicompost, per ovviare al problema della eccessiva polverosità.

Da prove effettuate in laboratorio, tale operazione non è risultata eseguibile in quanto, la quantità di acqua richiesta sarebbe notevolmente elevata, poiché l'assorbimento di acqua da parte del compost è quasi cinque volte superiore rispetto alla massa e pertanto sarebbero necessari serbatoi di accumulo con dimensioni improponibili.

## **1.3. Definizione dell'allestimento del cantiere mobile per il trasporto del materiale e dei mezzi e verifica del funzionamento**

L'attività di ricerca è stata svolta verificando l'allestimento del cantiere per la realizzazione di un servizio integrato agli agricoltori che non hanno in dotazione tipologie di macchine necessarie per l'utilizzo del compost.

Il cantiere è predisposto per il trasporto, lo scarico, il caricamento sulla operatrice e lo spandimento in campo.

Composizione del cantiere:

- motrice con carico di compost che rimorchia un carrello
- carro spandicompost
- skid con pala.

Caratteristiche del cantiere:

Motrice FIAT Iveco, 190.36, 3 assi, lunghezza 8,50 m

rimorchio, completo di rampe di salita, a 2 assi, lunghezza 7,50 m

Il cantiere combinato ha, quindi, un ingombro totale di 16,50 m

La pala caricatrice è rappresentata da uno "sky-loader" a 4 ruote, con capacità della benna anteriore di 0,65 m<sup>3</sup>

#### 1.4. Progettazione e realizzazione del sistema di dosaggio da applicare allo spandicompost

Nell'ambito di questa sperimentazione è stato progettato e realizzato un dosatore per lo spandimento di concime minerale, combinato al carro spandicompost in modo da ottenere la distribuzione contemporanea del compost e dei concimi minerali. L'operazione consente una semplificazione dei cantieri che si traduce, a livello aziendale, in risparmio energetico ed economico.

Il kit progettato, consiste in un serbatoio di acciaio inox (250-300 l) per il contenimento del concime e di un sistema di adduzione del concime, azionato, tramite una trasmissione idraulica e proporzionale alla portata del compost distribuito.

All'interno del serbatoio è presente una tramoggia che ha lo scopo di sminuzzare il concime per poi convogliarlo nei diffusori

Fig 1 - Dosatore concime minerale



Fig.2

schema impianto idraulico di comando del cilindro  
dosatore posto sul fondo del serbatoio

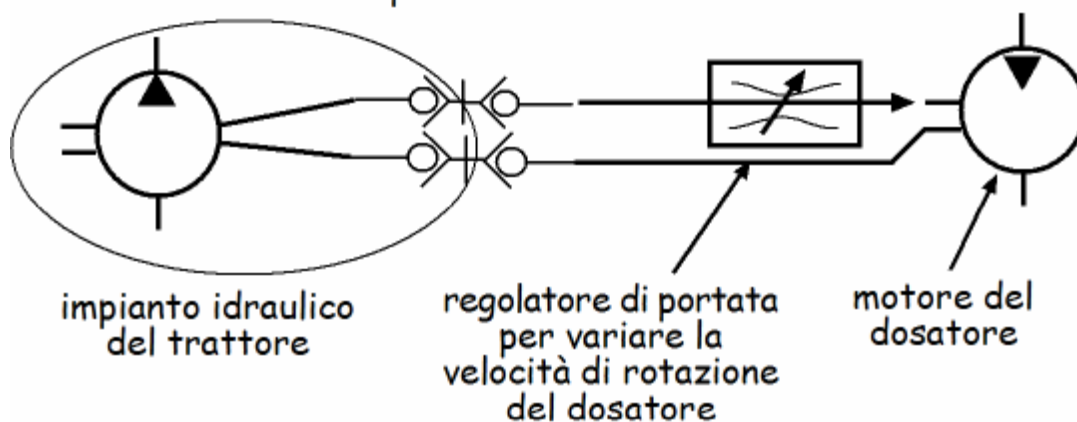
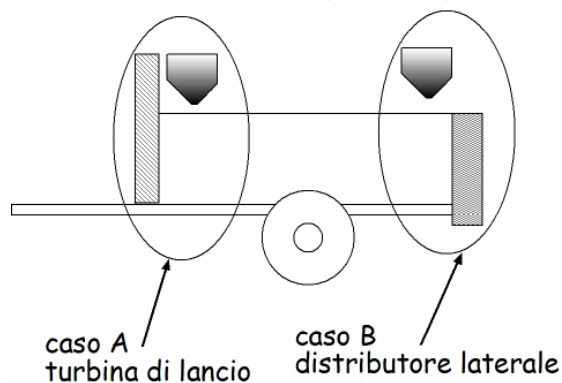


Fig. 3

allestimenti possibili del dosatore  
integratore nelle due diverse  
configurazioni di spandicompost



Il regolatore di flusso “Fluid Press” provvede ad alimentare il motorino idraulico (Eaton) avente le seguenti caratteristiche:

cilindrata: 50 cc  
pressione: 80 atm  
rpm: da 50 a 200  
portata: da 2,5 a 7,5 l/min

## 1.5. Prove di validazione in campo

Sono state effettuate le prove di validazione in campo in diverse aziende, di seguito si riportano alcuni casi studio:

### Caso 1

*Azienda agricola:* La Pievina – Rapolano Terme (Si)

*Oggetto della prova:* verifica dei tempi di scarico del compost dal camion e delle macchine, dal carrello.

L'azienda era dotata di pala caricatrice, pertanto il cantiere messo a disposizione era sprovvisto dello skid loader.

Le operazioni svolte in campo sono state le seguenti:

- Distacco del carrello dal rimorchio di compost,
- Scarico del quantitativo di compost sul campo
- Collegamento dello spandi - compost al trattore di dotazione aziendale
- Caricamento del compost sulla operatrice per mezzo di pala caricatrice di dotazione aziendale

*Composizione del cantiere per la distribuzione in campo:*

Trattore Fiat Agri New Holland 75 CV (di dotazione aziendale)

Trattore con pala caricatrice (benna da cereali) da 2 m<sup>3</sup> (di dotazione aziendale)

Spandi - compost ZAM R 80.

*Tempi operativi:*

In azienda sono stati fatti numerosi cumuli di 25-30 t di compost, in prossimità degli appezzamenti interessati allo spandimento.

Il camion ha fatto spola dall'impianto di Sienambiente, scaricando il compost in tali zone.

Per la discesa della macchina spandi-compost dal carrello (Fig 4) sono stati necessari 8,3 min, mentre per lo scarico di 1 camion (capienza nominale 17m<sup>3</sup>) di prodotto in azienda (Fig 5) sono stati necessari 12 min.

Fig. 4 – scarico della operatrice dal carrello



Fig. 5 – scarico del compost sul campo



## Caso 2

*Azienda agricola Barsanti: Torre del Lago (Lu)*

*Oggetto della prova:* verifica dei tempi di scarico del compost dal camion e delle macchine, dal carrello.

*Composizione del cantiere per la distribuzione in campo:*

Trattore Mercury 85 CV (di dotazione aziendale)

Skid loader con pala da 0,5 m<sup>3</sup> sostituito con Escavatore Hitachi Zaxis 110 con pala da 0,8 m<sup>3</sup> (di dotazione aziendale)

Spandi - compost ZAM R 80

*Tempi operativi:*

In azienda sono stati fatti numerosi cumuli di 25-30t di compost, in prossimità degli appezzamenti interessati allo spandimento.

Il camion ha fatto spola dall'impianto Cermec (distante 40 Km – tempo impiegato 30 min), scaricando il compost in prossimità dell'appezzamento (153 tonnellate per un totale di 15 viaggi effettuati).

Per la discesa della macchina spandi - compost dal carrello (Fig 6) sono stati necessari 7'39''.

Fig 6 - Cantiere allestito per la prova



Nell'ambito di questa prova è stato testato il dosatore per la distribuzione del concime minerale, montato sulla parte anteriore del carro spandi - compost:

La tramoggia è stata riempita con 3 sacchi di concime granulare da 25 Kg x tramoggia (N° 2) per un totale di 150 Kg di concime. Capacità massima del dosatore: 125 Kg x tramoggia per un totale di 250 Kg

*Caricamento:*

N° bennate 8 di 0,8 m<sup>3</sup> di compost tempo di caricamento medio: 3'20''

*Spandimento:*

Distanza cumulo-campo: in prossimità.

Tempi di spandimento: 3,10 min su una lunghezza del campo di circa 150 m (A/R)

Velocità di avanzamento: 7 Km/h

Pdp: 540 rpm

Fig 7 - Spandimento compost + concime minerale



*Osservazioni:*

Lo spandimento è risultato uniforme, la polverosità scarsa.

Il funzionamento del dosatore è risultato efficace, nonostante sia stato riscontrato un problema di regolazione della portata risolvibile con il cambiamento del motore idraulico.

Caso 3

*Azienda agricola:* Simonetti – Empoli (Fi)

*Oggetto della prova:* verifica dei tempi di carico del compost sul carrello e di spandimento.

*Macchinari carico e spandimento utilizzati:*

Trattore TS 115 CV New Holland (di dotazione aziendale)

Skid Panoramic Merlo P36,7 top con pala da 1250 litri (portata max 2250kg) (di dotazione aziendale)

Spandi - compost ZAM R 80

In azienda sono stati fatti numerosi cumuli di compost, in prossimità degli appezzamenti interessati allo spandimento.

Per la discesa della macchina spandi - compost dal carrello sono stati necessari 8'40''

*Composizione del cantiere:*

Trattore + trattorista, Escavatore con un secondo operatore + spandi - compost ZAM R 80

*Caricamento:*

N° bennate 6 di 1 m3 di compost

Tempi di carico: 3' per il 1° carico, 2'30'' per il 2° carico, e 56'' per il 3° carico



*Spandimento:*

Distanza cumulo-campo: in prossimità.

Tempi di spandimento relativi ad una passata: 3,50 – 3,58 min

Velocità di avanzamento: 7-7,5 Km/h

Pdp: 540 rpm

*Osservazioni:*

Il carico del materiale sul carrello spandi - compost con lo skid di dotazione aziendale è risultato incredibilmente veloce dopo una prima preparazione del cumulo.

Lo spandimento è risultato uniforme, la polverosità evidente ma non eccessiva.

Caso 4

*Azienda agricola:* F.lli Canocchi, Pieve a Maiano (Ar)

*Oggetto della prova:* : verifica dei tempi di scarico del compost dal camion e delle macchine dal carrello.

*Macchinari carico e spandimento utilizzati:*

Trattore Lamborghini champion 150 (di dotazione aziendale)

Skid loader con pala caricatrice (di dotazione aziendale)

Spandi - compost ZAM R 80

In azienda sono stati fatti quattro cumuli di 20-23t di compost, in prossimità degli appezzamenti interessati allo spandimento

Il camion facendo spola dall'impianto di Sienambiente scaricava il compost in tali zone in 2,30min, 5 volte il primo giorno e 3 volte il secondo giorno.

L'operazione di scarico del prodotto in azienda è risultata assai rapida e funzionale trovando la piena approvazione da parte del proprietario.

Per la discesa della macchina spandi - compost dal carrello sono stati necessari 6'50''

*Caratteristiche del rimorchio*

Capienza nominale 17 m<sup>3</sup>

Lunghezza rimorchio 5,40 m

Larghezza rimorchio 2,44 m

*Composizione del cantiere:*

Trattore + trattorista, skid con pala caricatrice guidata dallo stesso trattorista + spandi - compost ZAM R 80

*Caricamento:*

1) n° bennate 6 di 1 m<sup>3</sup> di compost tempo: 4'50''

2) n° bennate 8 di 1 m<sup>3</sup> di compost tempo: 4'57''

3) n° bennate 8 di 1 m<sup>3</sup> di compost tempo: 4'55''

*Spandimento:*

Distanza cumulo-campo: 1,5 Km percorso a vuoto in 9,20 min

Tempi di spandimento: 5 min; 5,30 min; 5,40 min su una lunghezza del campo di circa 195 m

Velocità di avanzamento: 8-9 Km/h

Pdp: 540 rpm

*Osservazioni:*

Lo spandimento è risultato uniforme, la polverosità scarsa grazie anche alla buona umidità del prodotto ed alla quasi assenza di vento.

I tempi relativi alle operazioni di scarico del materiale e della macchina noleggiata dal carrello sono risultati nella norma, nonostante le condizioni delle strade di accesso all'azienda limitino fortemente la manovrabilità dei mezzi.

*Riepilogo dei dati relativi alle prove in campo:*

Azienda	Cantiere	tempi medi di scarico delle macchine (min)	tempi medi di scarico del compost dal rimorchio (min)
"La Pievina" Rapolano terme (Si)	Trattore Fiat Agri New Holland 75 CV Trattore con pala caricatrice (benna da cereali) da 2 m <sup>3</sup> Spandi - compost ZAM R 80	8,3	12
"Barsanti" Torre del Lago (Lu)	Trattore Mercury 85 CV Escavatore Hitachi Zaxis 110 con pala da 0,8 m <sup>3</sup> Spandi - compost ZAM R 80	7,39	/
"Simonetti" Empoli (Fi)	Trattore TS 115 CV New Holland Skid Panoramic Merlo P36,7 top con pala da 1250 litri (portata max 2250kg) Spandi - compost ZAM R 80 (noleggiato)	8,4	/
"F.lli Canocchi" Pieve a Maiano (Ar)	Trattore Lamborghini champion 150 Skid con pala caricatrice Spandi - compost ZAM R 80	6,5	2,3

## **1.6. Analisi di altri cantieri per la distribuzione in campo del compost**

Caso 5

*Azienda agricola:* Piazzasi - Castelfiorentino

*Oggetto della prova:* Verifica dell'adeguatezza dello spandi - compost F.lli Annovi - verifica dei tempi di carico del compost sul carrello e di spandimento.

*Macchinari carico e spandimento utilizzati:*

Trattore Lamborghini Powerspeed 874-90 da 90 Kv (di dotazione aziendale)

Skid con pala da 1 m<sup>3</sup> (di dotazione aziendale)

Spandiletame F.lli Annovi modificato con un cabinamento posteriore (di dotazione aziendale).

*Composizione del cantiere:*

Trattore + trattorista, Escavatore con il medesimo operatore + spandiletame

### *Caratteristiche dello spandiletame modificato F.lli Annovi*

- Spandiletame a un asse (per un totale di 2 ruote con gomme a bassa pressione).
- Albero cardanico con attacco standard per la presa di forza del trattore (6 denti di diametro esterno 34,5 mm e interno 28 mm) e 4 attacchi idraulici standard;
- Dimensioni interne utili del cassone: lunghezza 3,5 m, larghezza 1,80 m, altezza 1,00 m;
- Ingombro del veicolo: lunghezza 10 m (incluso il timone), larghezza di 2,40 m ;
- Capacità di carico<sup>(3)</sup> di circa 3 t;
- Velocità operativa media 4-7 Km/h;
- Pdp a 540 rpm;
- Tipo di spargimento: posteriore;
- Rendimento dello spandicompost: circa 1,5 h/ha (a una velocità di 4-5 Km/h).

Fig. 8 – Spandiletame modificato F.lli Annovi



#### *Caricamento:*

N° bennate da 1 m<sup>3</sup> di compost X tempo: 6 X 4'50''; 6 X 5'45''; 5 X 3'40''; 5 X 4'05''.

#### *Spandimento:*

Distanza cumulo-campo: in prossimità.

#### Tempi di spandimento:

1° - 4 passate	7'58''	
2° - 1 passata	1'40''	
2 " "	3'45''	(intermedio)
3 " "	5'38''	"
4 " "	7'30''	"
3° - 1 passata	1'37''	
2 " "	3'30''	(intermedio)
3 " "	5'27''	"
4 " "	7'20''	"
4° - 4 passate	6'58''	
5° - 4 passate	7'05''	
6° - 4 passate	6'50''	

<sup>3</sup> Si fa riferimento a un compost con una densità pari a 0,5

*Calcolo della capacità di lavoro:*

24 passate X 7500 m<sup>2</sup>

36 m<sup>3</sup> X 0,45 = ca 18T (x7500 m<sup>2</sup>) = ca 24T/ha

C.L. 0.75 ha/h [1,30 h/ha]

*Osservazioni:*

I tempi di carico del materiale sul carrello spandi - compost con lo skid di dotazione aziendale rientrano nella norma. Lo spandimento è stato abbastanza uniforme, la polverosità purtroppo è risultata elevata con una deriva laterale di circa 40 metri ed una longitudinale di circa 130 metri.

### Caso 6

Prova effettuata in prossimità dell' impianto S.E.S.A. spa – Este (Padova)

*S.E.S.A. spa*

- Società al 52 % pubblica e al 48 % privata
- 285.000t rifiuti in entrata (80.000t di compost prodotto di cui 30.000t viene insacchettato).
- 2.400 Kwh di consumo dell'intero impianto.
- Vagliatura compost: 8-10 mm dimensioni quadrate
- Prezzo compost x agricoltura: 1-1,5 euro alla tonnellata
- 20 biocelle 50x8 (400m<sup>2</sup>) con capienza circa 1400t
- Produce energia elettrica (1.200 Kwh) dalla combustione del biogas (prodotto naturale della fermentazione anaerobia della frazione organica)
- Situazione rifiuti urbani: raccolta differenziata porta-a-porta. Quasi totale assenza di cassonetti per le strade.
- Rifiuti provenienti da 80 comuni – circa 4.000.000 di persone.
- Nonostante la mole dell'impianto, la SESA non ha avuto grossi problemi per quanto riguarda odori forti e sgradevoli, vista la sua vicinanza al centro abitato.

*Macchine a disposizione*

La società SESA dispone di trattori John Deere (modelli 7720 e 8210 – circa 180 CV – valore intorno agli 80.000 euro) ai quali unisce un carrello spandi - compost (presente con 3 modelli di diversa portata) caricato direttamente nel magazzino di stoccaggio del compost. Il cantiere così composto esce dall'impianto per dirigersi, tramite strada pubblica, direttamente nel campo dell'azienda per la distribuzione.

*Caratteristiche dei carrelli spandi - compost "Bossini"*

Scarico anteriore-destro per pieno campo e scarico posteriore per il rilascio in piccole aree, con 3 assi (2,5 m) di cui l'ultimo sterzante:

- da 8,5 t – verde chiaro, sponde a "V" – Gomme 500/60/R22,5
- da 12,5 t – verde scuro, sponde perpendicolari – Gomme 550/60/R22,5
- da 16,5 t – verde scuro, sponde perpendicolari – Gomme 550/60/R22,5

### *Calcolo della portanza del carrello spandi - compost da 16,5 t*

- Superficie di appoggio di una gomma: 40cm x 55cm = 2200 cm<sup>2</sup>
- Superficie di appoggio di tutto il carrello: 2200 x 6 = 13200 cm<sup>2</sup>
- Massa carrello = 9000 Kg (= 88200N)
- Massa compost = 16,5 t = 16500Kg (=161700N)
- Peso totale = 161700 + 88200 = 249900N
- Pressione: 249900 / 13200 = 18,9 N/cm<sup>2</sup> = 1,9 Kg/cm<sup>2</sup>

Il compost viene spinto verso la girante tramite un tappeto a catene.

### *Caratteristiche appezzamento di prova*

Terreno franco-sabbioso, pianeggiante, con l'1,8 % di sostanza organica.

Coltura precedente e futura: mais

### *Dati spandimento con carrello da 16,5 t*

Caricamento compost nel carrello: nell'impianto, con pala da 7m<sup>3</sup> = 4-5 bennate

Distanza impianto-azienda: 2 Km circa

Velocità avanzamento trattore: 5-6 Km/h

PDP: 500-540 rpm

Tempo di scarico (spandimento): 11 min – 3 passaggi su 200 m che comprendono 2 voltate

Larghezza operativa: 6 m

### *Caso 6 bis*

Prova effettuata in data 27 ottobre 2006, presso la tenuta "Le Cortine" a Siena.

A seguito della verifica effettuata presso l'azienda SESA è stato deciso di sperimentare l'utilizzo del mezzo "Bossini" su terreni collinari tipici toscani.

*Scopo:* Verifica dell'adeguatezza della macchina spandi - compost della ditta Bossini su terreno collinare

Il carrello spandi - compost "Bossini" presenta una capienza di circa m<sup>3</sup> 30 (15-16 t di compost) è dotato di tre assi (2,5 m) di cui l'ultimo sterzante. Il sistema di distribuzione consta di una girante orizzontale che permette il lancio del prodotto ad un'altezza dal suolo molto limitata, riducendo in tal modo la polverosità.

Il cantiere di lavoro era rappresentato oltre al carrello spandi - compost, da un trattore di 170 CV e da due contoterzisti. Velocità di avanzamento, circa 3 Km/h.

Lo scopo della dimostrazione era la verifica dell'adeguatezza della macchina su un territorio collinare ( che rappresenta mediamente la maggior parte delle realtà agricole toscane).

La macchina ha indubbiamente una grande capacità di carico, che consente di evitare lo stoccaggio del prodotto in azienda, ma proprio per questo esistono delle limitazioni per non compromettere la stabilità delle macchine ed evitare rischi agli operatori.

Il campo prova si caratterizzava per possedere pendenze longitudinali medie di circa 20-25 % e trasversali di circa 10%. Il terreno di natura prettamente argillosa aveva una umidità piuttosto elevata e pertanto considerando la elevata pendenza, le condizioni di lavoro erano abbastanza critiche.

Per quanto concerne la macchina, dal punto di vista tecnico, non ci sono particolari segnalazioni da fare, le caratteristiche peculiari accennate hanno confermato la validità del funzionamento. I limiti sono da ricercare nella stabilità, problemi di aderenza, e dal punto di vista agronomico nella compattazione del terreno.

I problemi di stabilità e di aderenza non consentono di lavorare ordinariamente e in sicurezza in terreni caratterizzati da pendenze longitudinali superiori al 15% e trasversali superiori al 7%, infatti oltre questi valori ed in condizioni precarie di terreno, anche uno slittamento limitato può far percorrere all'insieme motrice – operatrice, diversi metri, con notevole rischio per l'operatore derivato dal possibile ribaltamento.

Sicuramente è necessario un trattore che abbia almeno 170 CV e peso non inferiore a 5 t, il problema non è tanto la potenza, quanto la forza aderente, che soprattutto in salita determina spesso uno slittamento.

L'altro aspetto da considerare è quello relativo alla portanza del suolo, la macchina esegue sul terreno una pressione di circa 2 Kg/cm<sup>2</sup>, in particolare in seguito al passaggio ripetuto della macchina si verifica un compattamento del suolo.

Un'altra considerazione da tener ben presente riguarda il periodo utile per svolgere l'operazione, che in tali realtà non può essere considerato per tutto l'anno, ma deve essere limitato esclusivamente alla stagione estiva, affinché le condizioni del terreno siano ottimali.

Inoltre, per quanto riguarda il compattamento provocato è auspicabile verificare la situazione esistente in primavera, per accertare la pericolosità del fenomeno a livello agronomico.

## **1.7. Conclusioni**

Nel corso della sperimentazione è stato messo a punto l'allestimento di un cantiere per lo svolgimento di un servizio integrato agli agricoltori, che non hanno in dotazione tipologie di macchine idonee per la distribuzione del compost. Il cantiere è risultato efficiente in quanto capace di trasportare contemporaneamente al cumulo di compost, i mezzi adibiti al carico e alla distribuzione dello stesso in campo.

Lo spandi - compost della ditta "Bibbiani" realizzato nell'ambito della precedente ricerca ARSIA "Iniziativa di collaudo e trasferimento di tecniche idonee per l'impiego del compost di qualità in agricoltura" è risultato particolarmente idoneo anche per lo svolgimento del servizio predisposto agli agricoltori. Le caratteristiche di ingombro, infatti consentono il trasporto dello stesso unitamente ad uno skid-loader su un rimorchio, completo di rampe di salita, a 2 assi, di lunghezza pari a 7,50 m.

I tempi relativi allo discesa delle macchine dal rimorchio sono da considerarsi accettabili, in genere non si arrivano a superare i 7 minuti. Il carro spandi - compost viene accoppiato ad un trattore di dotazione aziendale che ne provvede alla discesa dal rimorchio, in seguito, se non presente in azienda si effettua la discesa dello skid, necessario per le operazioni di carico del compost sulla macchina operatrice.

Il noleggio dei macchinari da parte di alcuni agricoltori rende economicamente sostenibile l'operazione di distribuzione del compost.

Nell'ambito di questa ricerca, inoltre è stato progettato e realizzato un dosatore per lo spandimento di concime minerale predisposto sul carro spandi - compost, per ottenere contemporaneamente la distribuzione di compost e di concime granulare.

Tale sistema consente un risparmio di tempo e conseguentemente, lavorando a cantieri riuniti l'effettuazione contemporanea della fertilizzazione e della concimazione evitando il passaggio ulteriore di macchine sul terreno.

Il dosatore si è dimostrato funzionale, con una buona omogeneità di distribuzione in campo e la possibilità di regolazione della portata di erogazione.

Lo studio dell'analisi operativa della logistica del servizio di spandimento ha evidenziato l'efficacia del sistema messo a punto, che si caratterizza per la relativa semplicità del trasporto dei mezzi verso le aziende, la rapidità e la funzionalità del cantiere in ambito aziendale ed infine, la sostenibilità economica per l'agricoltore, che molto spesso non possiede mezzi idonei per la movimentazione e la distribuzione del compost.

La sperimentazione, inoltre ha permesso di verificare l'efficienza di cantieri alternativi, per la distribuzione del compost.

Il carro della ditta "Bossini" è risultato interessante, in quanto dotato di una capacità di carico elevata (fino a 16,5 t) che consente di evitare lo stoccaggio del prodotto in azienda, tuttavia trova delle limitazioni applicative sul territorio collinare, ove si possono verificare problemi nell'aderenza e quindi nella stabilità.

Sicuramente, tale cantiere risulta efficiente in condizioni di terreno pianeggiante o lievemente declive.

Il carro spandiletame modificato, della ditta F.Ili Annovi ideato per limitare l'eccessiva polverosità durante l'operazione di distribuzione, non si è rivelato particolarmente efficace. Le capacità di lavoro sono risultate più elevate rispetto al cantiere classico messo a punto nella presente ricerca e la riduzione della polverosità assai limitata.

Tale problematica potrebbe essere realmente ridotta, disponendo di un compost che abbia umidità non inferiori al 30%, oppure ricorrendo a tecniche di pellettizzazione.

**2. La fornitura del servizio di consegna e distribuzione del compost**

*Toscana Ricicla*

*ERATA*

*IRIPA*

*CIPA- AT*

*Quadrifoglio*

*Safi*

*Cermec*

*Publiambiente*

*Sienambiente*

*Aisa*



## **2.1. La validazione in campo**

La validazione in campo del sistema progettato e realizzato ha consentito ai partner di verificare la logistica e il funzionamento del servizio; Le prove di validazione sono state effettuate durante tutto l'arco temporale della sperimentazione attraverso la consegna e la distribuzione di circa 1.000 tonnellate di ammendante compostato prodotto dagli impianti di compostaggio toscani in 5 aziende agricole toscane, per un totale di 40 ettari di terreno.

## **2.2. Le aziende agricole interessate dalla sperimentazione**

Le aziende agricole presso le quali è stato verificato il sistema progettato sono state 5; tali aziende hanno messo a disposizione 6 appezzamenti di terreno per le prove di validazione. Le prove di validazione hanno consistito nella fornitura del compost e dei mezzi per la sua distribuzione da parte dei produttori agli utilizzatori, sotto la supervisione del personale tecnico scientifico dei partner di progetto.

### Relazione delle attività svolte da ERATA

*Azienda Agricola Canocchi per l'effettuazione di 2 distinte prove di distribuzione su un totale di circa 12/13 ettari di SAU.*

ERATA ha contribuito al lavoro di pianificazione delle attività assieme agli altri partners, partecipando regolarmente alle riunioni di coordinamento plenarie e, quando necessario, ad incontri tecnici per sottogruppi.

ERATA, ente di assistenza tecnica – ricerca - formazione professionale emanato da Confagricoltura Toscana, nel periodo di riferimento ha realizzato le azioni di propria competenza previste dal progetto in linea con la tempistica individuata dal calendario dei lavori.

L'Ente ha contribuito al lavoro di pianificazione delle attività assieme agli altri partners, partecipando regolarmente alle riunioni di coordinamento plenarie e, quando necessario, ad incontri tecnici per sottogruppi.

I maggiori sforzi in fase iniziale si sono concentrati nella ricerca di un bacino di aziende agricole associate a Confagricoltura dotate di caratteristiche compatibili con i criteri stabiliti in ambito progettuale, al fine di arrivare all'individuazione di massimo 2 imprese, site nel territorio regionale, da inserire all'interno del progetto per ospitare le prove di distribuzione del compost.

Tenendo conto di vari elementi quali la localizzazione, la distanza dagli impianti di compostaggio, l'indirizzo produttivo, l'estensione, le caratteristiche tecnico organizzative, la sensibilità rispetto alla questione dell'uso del compost in agricoltura, la disponibilità, l'interesse a collaborare, ERATA ha indicato l'Azienda Agricola Canocchi per l'effettuazione di 2 distinte prove di distribuzione su un totale di circa 12/13 ettari di SAU.

L'Azienda Canocchi, sita in Provincia di Arezzo all'interno dell'area protetta La Penna – Ponte a Buriano, non è affatto nuova ad esperienze di utilizzo di compost di qualità per il reintegro di sostanza organica nei suoli coltivati. L'Azienda partecipa tra l'altro al progetto su bando ARSIA "Iniziativa di trasferimento e collaudo di tecniche idonee all'impiego di compost di qualità in agricoltura".

Ai fini dell'esecuzione delle 2 prove previste, l'Azienda ha dato disponibilità ad utilizzare circa 6 ettari di terreno destinati a mais e circa 6/7 ettari di terreno destinati a cereali autunno-vernini. Il titolare ha inoltre messo a disposizione il proprio parco macchine aziendale, con particolare riferimento alle trattrici più idonee e alla pala caricatrice, nonché il personale necessario per la movimentazione delle suddette macchine.

Ci si è prima di tutto preoccupati di organizzare la realizzazione delle due prove in modo da conciliare al meglio le esigenze del progetto con quelle tecnico organizzative dell'Azienda, in funzione delle semine programmate.

L'Azienda, quindi, è stata seguita prima, durante e dopo lo svolgimento delle due prove di distribuzione del compost, avvenute una nel mese di aprile ed una alla fine del mese di luglio. In particolare è stata anche assicurata la presenza dei tecnici durante entrambi gli interventi di spandimento del compost.

Va rilevato che l'esecuzione della seconda prova è stata caratterizzata da problemi imprevisti (non correlati a responsabilità di ERATA e dell'Azienda Canocchi), che ne hanno provocato la sospensione. Più in dettaglio, a seguito di segnalazioni di cattivi odori pervenute ad ARPAT e alla Polizia Municipale, le verifiche immediate degli organi di controllo chiamati in causa hanno costretto all'interruzione della distribuzione.

ERATA ha quindi proseguito la propria azione di supporto tecnico organizzativo, accompagnando, l'azienda nelle successive fasi di confronto con gli organi di controllo intervenuti su chiamata a causa delle emissioni.

In relazione alla vicenda è utile sottolineare che ERATA ha collaborato insieme a Toscana Ricicla nella soluzione dei problemi connessi alla vicenda operando secondo le seguenti modalità:

- Verifica con gli organi di controllo per l'accertamento del problema rilevato
- Supporto nella conclusione delle operazioni di reintegro della sostanza organica a seguito della sospensione della prova
- Organizzazione di un seminario informativo per i cittadini della zona finalizzato a spiegare gli obiettivi e le modalità di svolgimento della sperimentazione.

#### Relazione delle attività svolte da CIPA AT

*Azienda Barsanti Attilia di Torre del Lago (Viareggio) LU – pisello proteico*  
*Azienda Simonetti di Empoli (FI) - cereale*

Nel periodo di vigenza della convenzione, le attività svolte hanno nel complesso, la progettazione e l'attuazione delle prove sperimentali previste dal progetto stesso.

In particolare per la definizione del progetto esecutivo, CIPA AT, ha partecipato agli incontri con gli altri partner interessati per stabilire tipologia e numero di aziende da testare e chiarire nel dettaglio le modalità di effettuazione delle prove di sperimentazione.

Una volta stabilito il piano di lavoro è iniziata la fase successiva di individuazione e scelta delle aziende da coinvolgere nel progetto. Per individuare quindi le aziende nelle quali eseguire le prove dimostrative sono stati organizzati alcuni incontri con i tecnici referenti dell'Associazione a livello locale, nei territori nei quali era stato deciso di effettuare le prove: Viareggio ed Empoli.

In tali incontri sono state presentate le attività previste dal progetto e sono state individuate le aziende da coinvolgere. La scelta delle aziende da inserire nel progetto sperimentale è stata effettuata in base ai seguenti requisiti: dimensioni dell'appezzamento (circa 7 ettari per prova), coltura praticata, possibilità di coinvolgere il conduttore o il personale aziendale nelle prove. L'individuazione delle aziende è stata inoltre effettuata accordandosi con gli altri 2 organismi di ricerca delle Associazioni di categoria degli agricoltori IRIPA ed ERATA, in modo da garantire che nelle prove sperimentali fossero coinvolte aziende dislocate in diverse zone del territorio regionale e aziende con tipologie differenti di produzione.

Le aziende individuate dal Cipa-at Sviluppo Rurale Toscana sono:

- Azienda Barsanti Attilia di Torre del Lago (Viareggio) LU;
- Azienda Simonetti di Empoli (FI).

La prima ha pianificato di coltivare pisello proteico o un'altra leguminosa, la seconda cereali. Le aziende coinvolte nelle prove sperimentali, come da accordi di progetto, hanno fornito i terreni e messo a disposizione il personale per la distribuzione del materiale.

Successivamente si è provveduto ad effettuare un sopralluogo nelle aziende prescelte per illustrare il progetto ai titolari e verificare le caratteristiche di viabilità delle aziende stesse. Sono state inoltre raccolte le informazioni relative al periodo individuato dai titolari aziendali per la consegna del compost da parte delle aziende produttrici, le informazioni sul parco macchine aziendale e in particolare sulla presenza della pala, sull'ordinamento colturale e l'eventuale uso di concime da parte dell'azienda.

In un secondo momento, Il Cipa-at S.R. ha provveduto a fare da tramite tra le aziende e gli altri soggetti coinvolti nelle prove per pianificare al meglio la sperimentazione, in particolare le aziende produttrici di compost Bibbiani e il Diaf, comunicando nei tempi congrui le informazioni raccolte sull'azienda agricola.

Il Cipa-at S.R. Toscana ha supportato le aziende nell'organizzazione e gestione delle prove, prevedendo tra l'altro la presenza diretta in campo del personale dell'Associazione durante le operazioni di spandimento.

Il 6 settembre 2006 è stata effettuato lo spandimento del compost nell'azienda Barsanti Attilia di Torre del Lago, durante la prova è stata studiata anche l'efficienza del sistema spandi-compost + spandi concime.

#### Relazione delle attività svolte da IRIPA

*Az La Pievina - Asciano (SI) - vite/frumento*

*Az. Cafaggio- Montespertoli (FI) - grano*

Il progetto ha visto la nostra condivisione fin dall'inizio in considerazione delle trascorse esperienze che hanno visto le imprese agricole utilizzatrici di compost in difficoltà per la non facile fase logistica del trasporto e distribuzione di questo materiale sugli appezzamenti.

Di fatto nessuna impresa agricola in toscana è attrezzata per il trasporto e lo spandimento del compost e dotarsi di tali attrezzature sarebbe in pratica antieconomico per le stesse.

Essendo comunque importante per l'agricoltura poter disporre di un materiale organico come il compost di qualità a costi competitivi, gli obiettivi progettuali volti alla sperimentazione di "cantieri" organizzati per la fornitura di un servizio unico sia delle

macchine che del prodotto in azienda rappresentano un importante elemento di studio per la sostenibilità economica e tecnica di tali operazioni.

IRIPA condividendo tali obiettivi progettuali ha collaborato fin dall'inizio alla definizione del progetto.

In particolare poi IRIPA ha operato per la ricerca di imprese idonee allo svolgimento di tale prova sulla base di alcuni requisiti condivisi in sede di elaborazione progettuale: Aree territoriali che non fossero troppo distanti da quelle di provenienza del prodotto; Superficie aziendale abbastanza ampia da poter supportare uno spandimento di circa 150- 180 tonnellate; Situazione logistica e poderale tale da rendere abbastanza agevole il transito di mezzi pesanti e lo scarico del prodotto e delle macchine; Sistema colturale tale da poter mettere a disposizione circa 7-8 ettari di terreno in un periodo preciso senza arrecare danni alle coltivazioni; Disponibilità ad impiegare anche concime durante la prova; Disponibilità a mettere a disposizione alcune macchine specifiche: pala caricatrici, girello.

Oltre a quanto detto, e forse cosa più importante, la disponibilità dell'imprenditore a collaborare prima, durante e dopo la prova.

Sulla base di quanto sopra sono state individuate e contattate una serie di imprese ed anche effettuati dei sopralluoghi con tecnici delle varie zone.

Da questo lavoro di ricerca sono state selezionate due imprese che mostravano di disporre di tutti i requisiti richiesti:

- Az La Pievina - Asciano (SI) -
- Az. Cafaggio- Montespertoli (FI)

Tutta la fase di ricerca delle imprese è stata condotta in rapporto anche con il capo progetto Toscana Ricicla.

La fase di effettivo spandimento del compost è stata preceduta da una serie di contatti abbastanza intensi sia con il titolare dell'impresa agricola che con Toscana Ricicla allo scopo di coordinare disponibilità, logistica e presenze tecniche anche tenendo presenti le condizioni agronomiche e pedologiche dell'appezzamento scelto e quelle meteorologiche.

La prima prova si è svolta il 24 maggio presso l'Azienda La Pievina ad Asciano.

Era presente sul posto un nostro tecnico e la prova a parte alcune difficoltà dovute a rottura di un componente della macchina spanditrice ha avuto un esito positivo.

La seconda prova presso l'azienda Cafaggio di Montespertoli iniziata la seconda metà di agosto è però stata sospesa per l'eccessiva produzione di polvere che si sollevava nello spandimento anche a causa del vento.

Questo fatto visto la vicinanza a gruppi di abitazioni e anche a coltivazioni di serre a creato qualche problema all'agricoltore nei rapporti con i vicini.

Sul piano sperimentale sono fatti di cui è necessario tenere conto poiché possono avere un "impatto" non secondario sulla propensione dell'agricoltore verso questo tipo di prodotto.

### **2.3. Le aziende produttrici di compost di qualità partecipanti al progetto**

Il compost di qualità è un ammendante regolarmente definito dalla disciplina in materia di fertilizzanti, e viene prodotto in impianti appositamente progettati.

Il compostaggio che si realizza negli impianti industriali è una riproduzione su vasta scala di un processo naturale. La trasformazione della sostanza organica in elemento ammendante del terreno è un processo che ha contribuito al reintegro della sostanza organica nei terreni impoveriti dalle pratiche colturali, fino dai tempi antichi.

I gestori del servizio di igiene urbana sono dunque tra i soggetti maggiormente coinvolti nella filiera dell'utilizzo del compost: oltre l'80% della frazione organica raccolta in Toscana è trattata in impianti pubblici.

L'utilizzo del compost da parte del mondo agricolo è subordinato alla creazione di un sistema sostenibile per la sua distribuzione, dal punto di vista operativo ed economico.

Lo studio e la messa a punto di un servizio per lo spandimento del compost con mezzi adeguati per la sua distribuzione ed efficace dal punto di vista della logistica del sistema perchè compatibile con le tradizionali pratiche agricole per tempi e costi, è l'unico modo per poter collocare sul mercato un prodotto derivante dai rifiuti che, senza queste soluzioni finirebbe in discarica ritornando ad essere rifiuto.

Il valore ammendante del compost di qualità è stato dimostrato da molte esperienze e studi e consente di sostituire convenientemente il letame che è sempre meno reperibile sul nostro territorio; a ciò si aggiunge il fatto che la produzione del compost ha ormai raggiunto quantitativi elevati che devono trovare ogni anno collocazione: senza una soluzione per il suo impiego le aziende pubbliche di gestione dei rifiuti non potranno raggiungere gli obiettivi posti dalla normativa sull'ambiente. La produzione di ammendante nei suddetti impianti infatti è ad oggi pari a circa 60.000 tonnellate/anno e si presuppone che tali quantitativi andranno ad aumentare: il raggiungimento delle percentuali di raccolta differenziata dipende anche dalla capacità di raccogliere la frazione organica del rifiuto che ne rappresenta una percentuale elevata; non può essere implementata la raccolta se non c'è mercato del prodotto che deriva dal trattamento di questo rifiuto.

Per questi motivi la maggior parte delle aziende produttrici di compost di qualità a capitale pubblico in Toscana ha collaborato alla realizzazione della presente ricerca, interessate alla verifica della possibilità di realizzare un servizio per gli agricoltori che facilitasse l'impiego del loro prodotto.

Le aziende partner riepilogate di seguito hanno preso parte alla ricerca collaborando attivamente alla fase di validazione in campo e studio della logistica del sistema.

<b>1</b>	<b>Aisa S.p.A.</b>	<b>Arezzo</b>
<b>2</b>	<b>Cermec S.p.A.</b>	<b>Massa</b>
<b>3</b>	<b>Publiambiente S.p.A.</b>	<b>Montespertoli</b>
<b>4</b>	<b>Quadrifoglio S.p.A.</b>	<b>Firenze</b>
<b>5</b>	<b>Safi S.p.A.</b>	<b>San Casciano</b>
<b>6</b>	<b>Sienambiente S.p.A.</b>	<b>Asciano (SI)</b>

Le aziende produttrici hanno svolto le seguenti attività:

- Analisi dei contesti agricoli
- Organizzazione della consegna del compost;
- Organizzazione della consegna del mezzo di distribuzione del compost in collaborazione della Ditta Bibbiani S.r.l.
- Analisi del servizio di fornitura.

Il lavoro svolto dalle aziende produttrici ha consentito di verificare le condizioni reali per l'effettuazione del servizio.

## 2.4. Le prove di validazione

### Pianificazione del servizio

Dopo aver definito le aree territoriali di intervento, identificando le zone di sostenibilità economica del servizio in questa fase sperimentale, le aziende hanno organizzato incontri preliminari con i “clienti” finalizzati all’organizzazione del servizio; in tali incontri sono stati presi in considerazione diversi fattori legati al servizio offerto:

- Le caratteristiche del materiale prodotto: in alcuni casi sono state previste visite del cliente agli impianti di produzione per la verifica dei materiali da utilizzare. Gli incontri sono stati gestiti direttamente dalle aziende produttrici.
- Le dosi di impiego del materiale: gli agricoltori sono stati affiancati dal personale tecnico di Toscana Ricicla e dal personale tecnico di ERATA IRIPA e CIPA – AT per la valutazione dei quantitativi di materiale da consegnare in base a:
  - Tipo di coltura.
  - Tipo di pratica colturale.
  - Tipo di terreno.
- La localizzazione dei terreni: la verifica dell’accesso ai terreni è stata un’operazione importante che ha consentito di valutare caso per caso gli elementi incidenti sulle fasi di consegna e movimentazione del materiale in azienda. Durante la sperimentazione la verifica in questione è stata effettuata congiuntamente da operatori agricoli e produttori, anche grazie alla collaborazione della Ditta Bibbiani S.r.l. e degli operatori che hanno effettuato il trasporto; gli elementi valutati sono stati:
  - pendenza;
  - larghezza e caratteristiche delle strade di accesso;
  - zone di scarico e movimentazione del materiale;

### Validazione in campo

Per esigenze sperimentali ciascuna azienda agricola partecipante al progetto è stata associata all’impianto di compostaggio più vicino; questa forzatura progettuale non allontana molto da una situazione reale in cui, data l’elevata incidenza del costo del trasporto del materiale, è immaginabile pensare ad un servizio che operi entro un raggio limitato dall’impianto di produzione. A seguito delle indicazioni che ciascuna azienda agricola ha fornito il periodo di massima di distribuzione del materiale, sono state organizzate le prove di validazione; sempre per assecondare gli obiettivi del progetto è stato necessario individuare aziende che non sovrapponevano il periodo di richiesta.

La stessa azienda agricola ha indicato, contestualmente al periodo di consegna del materiale:

- la necessità della pala per il carico del compost sul mezzo di distribuzione
- l’interesse a testare il dosatore di concime minerale realizzato durante la sperimentazione

*Le prove si sono svolte sulla base del calendario sotto riportato*

Prova n.	Azienda	Località	Provenienza compost	Periodo di richiesta	Data inizio prova
1	Az. Agr. Canocchi	Marciano della Chiana (AR)	Sienambiente	Aprile	20/04/2007
2	Az. Agr. Canocchi	Marciano della Chiana (AR)	Aisa	Settembre	30/07/2007
3	Az. Agr. La Pievina	Loc. Pievina, n. 5 - Asciano (SI)	Sienambiente	Maggio	16/05/2006
4	Az. Agr. Cafaggio	Montelupo	Publiambiente	Agosto	23/08/2006
5	Az. Agr. Barsanti	Torre del Lago	Cermec	Agosto - Settembre	30/08/2006
6	Az. Agr. Simonetti	Empoli	Quadrifoglio/Safi	Agosto - Settembre	18/09/2007

Lo schema delle prove di validazione



Dalle prove di validazione è stato possibile osservare:

1. Una sostanziale congruenza tra il periodo di richiesta del materiale e l'effettuazione della consegna;
2. L'importanza della collaborazione tra fornitore e utilizzatore soprattutto in fase preliminare allo svolgimento del servizio; laddove si sono svolti attenti contatti preliminari sono state limitate le difficoltà nelle operazioni di consegna e scarico;
3. La necessità di stipulare accordi/convenzioni con i trasportatori al fine di garantire prezzi convenienti;

## 2.5. Risultati

### La logistica del servizio

E' pensabile che un servizio di questo tipo per l'agricoltore possa essere svolto dall'azienda produttrice di compost che posseda un mezzo di distribuzione in campo o che decida di affidare ad un terzista le operazioni di consegna e distribuzione del materiale.

E' opportuno che i fornitori di un servizio come quello definito in questo progetto tengano conto delle seguenti *indicazioni*:

- La sperimentazione ha confermato quanto ipotizzato nella premessa al progetto in relazione alla difficoltà di far ricadere sui singoli agricoltori gli oneri di acquisto di un mezzo spandi - compost che dovrà pertanto fornito da chi effettua il service (azienda produttrice o terzista);
- La gestione delle scorte dei materiali secondo i flussi stagionali. Tale gestione può avvenire attraverso un'opportuna progettazione delle aree di stoccaggio (impianti, commercianti) .
- L'acquisizione di competenze agronomiche che consentano di fornire all'agricoltore o ai tecnici degli utilizzatori, un interlocutore in grado di soddisfare alle richieste di informazioni che soprattutto in questa fase iniziale di utilizzo di un nuovo prodotto devono essere chiare, dettagliate e coerenti con le caratteristiche che ogni specifico prodotto possiede.
- L'acquisizione di esperienza nel fornire ai contoterzisti (assegnatari del trasporto del materiale e/o dei mezzi) e agli utilizzatori, indicazioni sulle operazioni da effettuare e sulle fasi della filiera.

E' importante che per lo svolgimento di un servizio soddisfacente vengano effettuate *operazioni preliminari* che consentano di personalizzare il servizio in collaborazione tra fornitore del servizio e cliente:

- Verifica del cantiere più idoneo alla distribuzione, sulla base della distanza dall'impianto di produzione, della pendenza dei terreni, della coltura (coltivazioni a filari, a campo aperto), dell'accesso ai terreni, della tipologia di compost: la verifica dovrà essere effettuata da personale tecnico dell'azienda fornitrice, congiuntamente al richiedente.
- Verifica preliminare della localizzazione dei terreni e decisione delle modalità di scarico: sarà opportuno scaricare, laddove possibile, il materiale in punti diversi dell'appezzamento, in numero e dimensioni tali da ridurre i tempi di ritorno del mezzo di distribuzione del compost e rendere più agevoli le operazioni.



- L'organizzazione dei calendari: sulla base delle richieste del cliente e della disponibilità dei mezzi a disposizione, il fornitore:
  - o Concorda la data di inizio consegna del materiale, che può coincidere con la data di inizio delle operazioni di distribuzione;
  - o Allestisce il cantiere indicato più idoneo, facendo attenzione al reperimento di mezzi adeguati:
    - L'autocarro per la consegna del materiale deve essere omologato per il traino
    - Il trasportatore dovrà avere patente CE
    - Il carrello per il trasporto dello spandi - compost tipo Bibbiani deve essere provvisto di rampa (carrello per il trasporto di cingolati) ed avere lunghezza adeguata per trasportare i mezzi (nel caso di trasporto congiunto di spandi - compost e pala è necessaria una lunghezza di 6 metri)

Lo svolgimento del servizio avverrà dunque attraverso:

- consegna il materiale nelle zone indicate dall'agricoltore e precedentemente verificate;
- la consegna dei mezzi per la distribuzione del materiale;
- l'eventuale distribuzione del compost e del concime: le operazioni infatti possono essere effettuate dallo stesso agricoltore; per le aziende che hanno segnalato l'utilizzo del concime è possibile proporre l'utilizzo congiunto del dosatore;
- il ritiro dei mezzi: al termine della distribuzione l'azienda fornitrice che ha effettuato la consegna provvederà a ritirare i mezzi (spandi - compost ed eventuale pala) e a riportarli in sede, su chiamata del cliente.

#### L'efficacia dei mezzi testati

Non era pretesa del progetto indicare una soluzione unica di distribuzione ma verificare il funzionamento e il campo di utilizzo di alcuni mezzi di distribuzione esistenti, nell'ottica più ampia della fornitura di un servizio. Esistono sul mercato ulteriori sistemi di spandimento rispetto a quelli indicati nel presente lavoro, il cui studio non era oggetto della presente ricerca che possono risultare idonei a particolari condizioni del terreno o per le caratteristiche di alcuni prodotti, con i limiti e le caratteristiche tecniche studiati dal Dipartimento di Ingegneria Agraria e forestale nell'ambito del Progetto "Iniziativa di collaudo e trasferimento di tecniche idonee per l'impiego del compost di qualità in agricoltura".

Per l'efficacia dei sistemi testati si rimanda al capitolo 1.

#### I costi del servizio

Il costo del servizio è dato dal

1. costo del prodotto;
2. costo del trasporto del materiale e dei mezzi;
3. costo della distribuzione;

Per quanto riguarda il punto 1, il prezzo del prodotto non è attualmente ben definito dal mercato; i risultati della sperimentazione condotta per ARSIA hanno indicato che *“dal confronto tra i più probabili valori di surrogazione risulta essere quello della pollina il valore di riferimento ottimale attribuibile al compost = 1.203 €/ha : 25 t/ha = 48 €/t.”*

I punti 2 e 3 del costo del servizio sono stati oggetto di una valutazione effettuata da Toscana Ricicla, nell'ambito di questo progetto, sulla base delle variabili tenute in considerazione dalla sperimentazione.

- Tipologia del mezzo utilizzato;
- Distanza dell'impianto di produzione dal terreno agricolo;
- Assenza di un accordo con il terzista che ha effettuato il trasporto del materiale;

## **2.6. Descrizione delle macchine e dei cantieri per la distribuzione del compost in pieno campo (seminativi e oliveti/frutteti tradizionali o specializzati a sesto ampio) e loro confronto tecnico-economico**

1) Cantiere giornaliero costituito da uno spandi - compost-trasportatore Bossini da circa 15,4 t di capacità di carico, trainato da trattore da 180 cv, per la distribuzione di 25 t/ha di compost di qualità

*a) Principali caratteristiche tecniche dello spandi - compost-trasportatore:*

Si tratta di uno spandi - compost-trasportatore di grandi capacità di carico, soprattutto utilizzato in altre regioni e recentemente provato anche nei nostri ambienti:

- Tre assi, di cui il primo e l'ultimo sterzanti (per un totale di 6 ruote frenanti con gomme a bassa pressione larghe 60 cm).
- Dotato di albero cardanico con attacco standard per la presa di forza del trattore (6 denti di diametro esterno 34,5 mm e interno 28 mm) e 4 attacchi idraulici standard;
- Dimensioni interne utili del cassone: lunghezza 7 m, larghezza 2,20 m, altezza 1,50 m (2 m utilizzando sponde rialzate\*);
- Ingombro del veicolo: lunghezza 10 m (incluso il timone), larghezza di 2,55 m;
- Capacità di carico (nominale)<sup>(4)</sup> circa 11,5/15,4\* t (esiste anche un tipo più piccolo da circa 8 t);
- Velocità operativa media di 7-10 Km/h;
- Velocità su strada: omologato per 40 Km/h;
- Pdp a 540 rpm;
- Tipo di spargimento: laterale;
- Rendimento dello spandi - compost: 11/15\* minuti/ha (a una velocità di 7 Km/h);
- Pressione massima esercitata sul terreno dello spandi - compost da 16,5 t: circa 1,6/1,9\* kg/cm<sup>(2)</sup>;
- E' consigliabile utilizzarlo in terreni sodi e ben asciutti con pendenze longitudinali < del 15% e trasversali < del 7%.

*b) Aspetti tecnico-economici del cantiere*

*i) Per un terreno ubicato a circa 7,5 km di distanza dall'impianto:*

Analisi del tempo impiegato per il trasporto e la distribuzione di 25 t di compost assegnati per il trattamento di 1 ha di terreno:

<sup>4</sup> Considerando un compost di 0,5 di densità

<i>Spandi - compost - trasportatore Bossini da circa 15,4 t</i>	<i>Unità Coef. d'attribuzione <sup>(5)</sup></i>	<i>Tempo Impiegato</i>	<i>Totale</i>
<i>Carico compost</i>	<i>1,63</i>	<i>0<sup>h</sup> 15' <sup>(6)</sup></i>	<i>0<sup>h</sup> 25'</i>
<i>Viaggi</i>	<i>1,63 (a/r)</i>	<i>0<sup>h</sup> 30' <sup>(7)</sup> (a/r)</i>	<i>0<sup>h</sup> 60'</i>
<i>Spandimento</i>	<i>1,63</i>	<i>0<sup>h</sup> 15' <sup>(8)</sup></i>	<i>0<sup>h</sup> 25'</i>
<i>Totale</i>			<i>1<sup>h</sup> 40'</i>

Vincolo di progetto, di un unico cantiere per un solo giorno di lavoro: con tali tempi d'impiego (1<sup>h</sup> 40') si calcola una capacità di lavoro giornaliera di (8<sup>h</sup> : 1<sup>h</sup> 40') 4,80 ha/giorno di terreno.

Attribuendo un prezzo a tale servizio di 58 €/h <sup>(9)</sup> avremo un costo totale di (1<sup>h</sup> 40' x 58 €/h) **97 €/ha.**

**Costo totale a ettaro del cantiere = 97 €**

*ii) Per un terreno ubicato a circa 30 km di distanza dall'impianto*

Analisi del tempo impiegato per il trasporto e la distribuzione di 25 t di compost assegnati per il trattamento di 1 ha di terreno:

<i>Spandi - compost - trasportatore Bossini da circa 15,4 t</i>	<i>Unità Coef. d'attribuzione <sup>(10)</sup></i>	<i>Tempo Impiegato</i>	<i>Totale</i>
<i>Carico compost</i>	<i>1,63</i>	<i>0<sup>h</sup> 15' <sup>(11)</sup></i>	<i>0<sup>h</sup> 25'</i>
<i>Viaggi</i>	<i>1,63 (a/r)</i>	<i>2<sup>h</sup> (a/r) <sup>(12)</sup></i>	<i>3<sup>h</sup> 26'</i>
<i>Spandimento</i>	<i>1,63</i>	<i>0<sup>h</sup> 15' <sup>(13)</sup></i>	<i>0<sup>h</sup> 25'</i>
<i>Totale</i>			<i>4<sup>h</sup> 16'</i>

Vincolo di progetto, di un unico cantiere per un solo giorno di lavoro: con tali tempi d'impiego (4<sup>h</sup> 16') si calcola una capacità lavorativa giornaliera di (8<sup>h</sup> : 4<sup>h</sup> 16') 1,88 ha/giorno di terreno.

Attribuendo un prezzo a tale servizio di 58 €/h <sup>(14)</sup> avremo un costo totale di (4<sup>h</sup> 16' x 58 €/h) **248 €/ha.**

**Costo totale a ettaro del cantiere = 248 €**

<sup>5</sup> Quota parte attribuita (dose t/ha : t/capacità di carico spandicompost)

<sup>6</sup> Tempo stimato

<sup>7</sup> Tempo stimato ( una velocità media di 30 Km/h)

<sup>8</sup> Tempo stimato (aggiungendo 4' agli 11' cronometrati dal DIAF per un modello da 11,5 t)

<sup>9</sup> Tariffa Federazione Regionale Imprese Meccanizzazione Agricola della Toscana (FRIMAT)

<sup>10</sup> Quota parte attribuita (dose t/ha : t/capacità di carico spandicompost)

<sup>11</sup> Tempo stimato

<sup>12</sup> Tempo stimato ( una velocità media di 30 Km/h)

<sup>13</sup> Tempo stimato (aggiungendo 4' agli 11' misurati dal DIAF per un modello da 11,5 t)

<sup>14</sup> Tariffa FRIMAT

2) Cantiere giornaliero costituito da uno spandi - compost della flotta Bibbiani da circa 5 t di capacità di carico, trainato da un trattore da 80-90 cv, per la distribuzione di 25 t/ha di compost

**a) Principali caratteristiche tecniche dello spandi - compost:**

Si tratta di uno spandi - compost modificato, utilizzato per le prove sperimentali del progetto, corredato di albero cardanico con attacco standard per la presa di forza del trattore (6 denti di diametro esterno 34,5 mm e interno 28 mm) e 2 attacchi idraulici standard, agevolmente trainato da un trattori da 80-100 CV:

- Dimensioni utili del cassone: lunghezza 4,50 m, larghezza 1,50 m, altezza 1,00 m (1,50\* m con sponde rialzate);
- Ingombro del veicolo: lunghezza 6,20 m (incluso il timone), larghezza di 2,50 m ;
- Capacità di carico (nominale)<sup>(15)</sup> di circa 3,5/5\* t;
- Velocità operativa 4-7 Km/h;
- Pdp a 540 rpm;
- Tipo di spargimento: laterale;
- Rendimento a ettaro dello spandi - compost: circa 1<sup>h</sup>/ 1<sup>h</sup> 07'\* (a una velocità di 5 Km/h e una velocità d'avanzamento del tappeto regolabile mediante una manopola sita sul ripartitore di flusso dell'impianto idraulico);
- Ne è consigliato l'utilizzo in terreni con pendenze longitudinali < 30% e trasversali < del 10%.

**b) Aspetti tecnico-economici del cantiere**

**i) Per un terreno ubicato a 7,5 km di distanza dall'impianto**

i.1) Trasporto del compost

Analisi del tempo impiegato per il trasporto di 25 t di compost assegnati per il trattamento di 1 ha di terreno:

<i>Trasporto del compost con autocarro da circa 12,5 t</i>	<i>Unità</i>	<i>Tempo Impiegato</i>	<i>Totale</i>
<i>Carico + viaggio (a) + scarico + viaggio (r)</i>	<i>2 (a/r)</i>	<i>0<sup>h</sup> 38' <sup>(16)</sup></i>	<i>1<sup>h</sup> 16'</i>

Vincolo di progetto, per un unico cantiere per un solo giorno di lavoro: con tali tempi d'impiego (1<sup>h</sup> 16') si calcola una capacità di lavoro giornaliera di 6,32 arr. a 6 ha al giorno.

Attribuendo un prezzo medio a tale servizio di 70 €h<sup>(17)</sup> avremo un costo a ettaro pari a (1<sup>h</sup> 16'/ha x 70 €h) 88,66 arr. a 89 €ha.

<sup>15</sup> Considerando un compost di 0,5 di densità

<sup>16</sup> Tempo stimato (a una velocità media di 30 Km/h)

<sup>17</sup> Tariffa media di mercato

i.2) Trasporto spandi - compost e skid-loader (per il carico del compost sullo spandi - compost)

Costo del trasporto dello spandi - compost e dello skid-loader:

<i>Trasporto dello spandi - compost e skid-loader</i>	<i>Unità</i>	<i>Costo unitario (€/giorno)</i>	<i>Totale (€)</i>
<i>Carico + viaggio (a) + scarico + carico +viaggio (r) + scarico</i>	<i>1</i>	<i>400<sup>(18)</sup></i>	<i>400</i>

Anche se con una consegna al mattino e il ritiro a fine giornata potremmo approvvigionare 8 ha/giorno, in realtà, per i vincoli imposti dal tempo impiegato per il trasporto, considereremo 6 ha.

Attribuendo un prezzo medio a tale servizio di 400 €/giorno avremo un costo a ettaro pari a (400 €/giorno : 6 ha/giorno) 66,66 arr. a 67 €/ha

i.3) Carico del compost sullo spandi - compost

Costo del noleggio dello skid-loader:

<i>Dotazione "skid-loader"</i>	<i>Unità</i>	<i>Costo unitario (€/giorno)</i>
<i>Noleggio "skid loader"</i>	<i>1</i>	<i>125<sup>(19)</sup></i>

Anche se con i tempi d'impiego effettivo potremmo abbondantemente approvvigionare 8 ha/giorno, in realtà, per i vincoli imposti dal tempo impiegato per il trasporto, considereremo 6 ha.

Attribuendo un prezzo medio a tale servizio di 125 €/giorno avremo un costo a ettaro pari a (125 €/giorno : 6 ha/giorno) 21 €/ha.

i.4) Distribuzione compost

Analisi del tempo impiegato per la distribuzione di 25 t di compost assegnati per il trattamento di 1 ha di terreno:

<i>Dotazione di trattore + spandi - compost da circa 5 t</i>	<i>Unità</i>	<i>Tempo d'impiego a ettaro</i>
<i>Servizio (incluso il tempo di carico)</i>	<i>1</i>	<i>1<sup>h</sup> 07'</i>

Considerando che la distribuzione del compost può avvenire anche in maniera autonoma rispetto al trasporto considereremo solamente il tempo effettivamente impiegato per trattare un ettaro di terreno.

Attribuendo un prezzo medio a tale servizio di 52,50 €/h<sup>(20)</sup> avremo un costo a ettaro pari a (52,50 €/h x 1<sup>h</sup> 07'/ha) 58,62 arr. a 59 €/ha.

**Costo totale a ettaro del cantiere (a.1+a.2+a.3+a.4) = 236 €**

<sup>18</sup> Tariffa media di mercato

<sup>19</sup> Tariffa Bibbiani

<sup>20</sup> Tariffa FRIMAT

ii) Per un terreno ubicato distante 30 km dall'impianto

ii1) Trasporto compost

Analisi del tempo impiegato per il trasporto di 25 t di compost assegnati per il trattamento di 1 ha di terreno:

<i>Trasporto del compost con autocarro da circa 12,5 t</i>	<i>Unità</i>	<i>Tempo Impiegato</i>	<i>Totale</i>
<i>Carico + viaggio (a) + scarico + viaggio (r)</i>	2	1 <sup>h</sup> 45' <sup>(21)</sup>	3 <sup>h</sup> 30'

Vincolo di progetto di un unico cantiere per un solo giorno di lavoro: con tali tempi d'impiego (3<sup>h</sup>30') si calcola una capacità di lavoro giornaliera di 2,28 arr. a 2 ha/giorno.

Attribuendo un prezzo medio a tale servizio di 70 €/h <sup>(22)</sup> avremo un costo a ettaro pari a (3<sup>h</sup> 30'/ha x 70 €/h) 245 €/ha.

ii2) Trasporto spandi - compost e skid-loader (per il carico del compost sullo spandi - compost)

Costo del trasporto dello spandi - compost e dello skid-loader:

<i>Trasporto dello spandi - compost e skid-loader</i>	<i>Unità</i>	<i>Costo unitario (€/giorno)</i>	<i>Totale (€)</i>
<i>Carico + viaggio (a) + scarico + carico + viaggio (r) + scarico</i>	2	300 <sup>(23)</sup>	600

Anche se con una consegna al mattino e il ritiro a fine giornata potremmo approvvigionare 8 ha/giorno, in realtà, per i vincoli imposti dal tempo impiegato dal trasporto, considereremo 2 ha.

Attribuendo un prezzo medio a tale servizio di 600 €/giorno avremo un costo a ettaro pari a (600 €/giorno : 2 ha/giorno) 300 €/ha

ii3) Carico del compost sullo spandi - compost

Costo del noleggio dello skid-loader:

<i>Dotazione "skid-loader"</i>	<i>Unità</i>	<i>Costo unitario (€/giorno)</i>
<i>Noleggio "skid loader"</i>	1	125 <sup>(24)</sup>

Anche se con i tempi d'impiego effettivo potremmo abbondantemente approvvigionare 8 ha/giorno, in realtà, per i vincoli imposti dal tempo impiegato dal trasporto, considereremo 2 ha.

<sup>21</sup> Tempo stimato (a una velocità media di 50 Km/h)

<sup>22</sup> Tariffa media di mercato

<sup>23</sup> Tariffa media di mercato

<sup>24</sup> Tariffa Bibbiani

Attribuendo un prezzo a tale servizio di 125 €/giorno avremo un costo a ettaro pari a (125 €/giorno : 2 ha/giorno) 63 €/ha.

#### ii4) Distribuzione compost

Analisi del tempo impiegato per la distribuzione di 25 t di compost assegnati per il trattamento di 1 ha di terreno:

<i>Dotazione trattore -spandi - compost da circa 5 t</i>	<i>Unità</i>	<i>Tempo d'impiego a ettaro</i>
<i>Servizio</i>	<i>1</i>	<i>1<sup>h</sup> 07'</i>

Considerando che la distribuzione del compost può avvenire anche in maniera autonoma rispetto al trasporto considereremo solamente il tempo effettivamente impiegato per trattare un ettaro di terreno.

Attribuendo un prezzo a tale servizio di 52,50 €/h<sup>(25)</sup> avremo un costo a ettaro pari a (52,50 €/h x 1<sup>h</sup> 07' /ha) 58,62 arr. a 59 €/ha.

<b>Costo totale a ettaro del cantiere (a.1+a.2+a.3+a.4) = 667 €</b>
---

---

<sup>25</sup> Tariffa FRIMAT

## 2.7. Descrizione delle macchine e del cantiere per la distribuzione del compost nei vigneti (anche per gli oliveti e frutteti specializzati con sestri d'impianto ristretti e obbligati) e sua valutazione economica.

Cantiere giornaliero costituito da uno spandi - compost della flotta Bibbiani da circa 1 t di capacità di carico trainato da un trattore da 80-90 cv per la distribuzione di 25 t/ha di compost

Questo spandi - compost è attualmente, per le sue contenute dimensioni, l'unico in grado di poter operare tra filari ristretti.

### a) Principali caratteristiche tecniche dello spandi - compost:

Si tratta di uno spandi - compost modificato, utilizzato per le prove sperimentali del progetto, corredato di albero cardanico con attacco standard per la presa di forza del trattore (6 denti di diametro esterno 34,5 mm e interno 28 mm) e 2 attacchi idraulici standard, agevolmente trainato da un trattore da 80-100 CV, capace, come già detto di operare tra i filari di vigneti, oliveti e frutteti specializzati con sesto d'impianto ristretto e obbligato:

- Dimensioni utili del cassone: lunghezza 2,40 m, larghezza 1,10 m, altezza 0,85 m;
- Ingombro del veicolo: lunghezza 4,10 m (incluso il timone), larghezza di 1,50 m;
- Capacità di carico (nominale) circa 1,12 t<sup>(26)</sup>;
- Velocità operativa di 4-7 Km/h;
- Pdp a 540 rpm;
- Tipo di spargimento: posteriore su 2 file;
- Rendimento dello spandi - compost circa 2,5 h/ha (a una velocità di 4-5 Km/h e l'avanzamento del tappeto regolabile mediante una manopola sita sul ripartitore di flusso dell'impianto idraulico).

### b) Aspetti tecnico-economici del cantiere

#### i) Per un terreno ubicato a 7,5 km di distanza dall'impianto

##### i.1) Trasporto del compost

Analisi del tempo impiegato per il trasporto di 25 t di compost assegnati per il trattamento di 1 ha di terreno:

Trasporto del compost con autocarro da circa 12,5 t	Unità	Tempo impiegato	Totale
Carico + viaggio (a) + scarico + viaggio (r)	2	0 <sup>h</sup> 38' <sup>(27)</sup>	1 <sup>h</sup> 16'

Anche se con tali tempi d'impiego (1<sup>h</sup> 16') si calcola di poter approvvigionare compost per 6,31 arr. a 6 ha di al giorno, in realtà, per il vincolo di progetto imposto dal tempo richiesto per la distribuzione del compost di un unico cantiere per un solo giorno di lavoro, ne considereremo 3 ha.

Attribuendo un prezzo medio a tale servizio di 70 €/h<sup>(28)</sup> avremo un costo a ettaro pari a (1<sup>h</sup> 16'/ha x 70 €/h) 88,66 arr. a 89 €/ha.

<sup>26</sup> Considerando un compost di 0,5 di densità

<sup>27</sup> Tempo stimato (a una velocità media di 50 Km/h)



i.2) Trasporto spandi - compost e skid-loader (per il carico del compost sullo spandi - compost)

Costo del trasporto dello spandi - compost e dello skid-loader:

<i>Trasporto dello spandi - compost e skid-loader</i>	<i>Unità</i>	<i>Costo unitario (€/giorno)</i>	<i>Totale (€)</i>
<i>Carico + viaggio (a) + scarico + carico + viaggio (r)</i>	<i>1</i>	<i>400<sup>(29)</sup></i>	<i>400</i>

Anche se con una consegna al mattino e il ritiro a fine giornata potremmo soddisfare 8 ha/giorno, in realtà, per i vincoli imposti dal tempo richiesto per la distribuzione del compost di un unico cantiere per un solo giorno di lavoro, considereremo 3 ha.

Attribuendo un prezzo medio a tale servizio di 400 €/giorno (a/r) avremo un costo a ettaro pari a (400 €/giorno : 3 ha/giorno) 133 €/ha

i.3) Carico del compost sullo spandi - compost

Costo del noleggio dello skid-loader:

<i>Dotazione "skid-loader"</i>	<i>Unità</i>	<i>Costo unitario (€/giorno)</i>
<i>Noleggio "skid loader"</i>	<i>1</i>	<i>85<sup>(30)</sup></i>

Anche se con i tempi d'impiego effettivo potremmo abbondantemente approvvigionare più di 8 ha/giorno, in realtà, per il vincolo di progetto imposto dal tempo richiesto per la distribuzione del compost di un unico cantiere per un solo giorno di lavoro, considereremo 3 ha.

Attribuendo un prezzo medio a tale servizio di 85 €/giorno avremo un costo a ettaro pari a (85 €/giorno : 3 ha/giorno) 28,3 arr. a 28 €/ha.

i.4) Distribuzione compost

Analisi del tempo impiegato per la distribuzione di 25 t di compost assegnati per il trattamento di 1 ha di terreno:

<i>Dotazione di trattore + spandi - compost da circa 1,12 t</i>	<i>Unità</i>	<i>Tempo d'impiego a ettaro</i>
<i>Servizio (incluso il tempo di carico)</i>	<i>1</i>	<i>2<sup>h</sup> 30'</i>

Vincolo di progetto per un unico cantiere per un solo giorno di lavoro: con tali tempi d'impiego effettivo (2<sup>h</sup> 30') si calcola una capacità di lavoro giornaliera di 3,2 arr. a 3 ha/giorno.

Attribuendo un prezzo medio a tale servizio di 52,50 €/h<sup>(31)</sup> avremo un costo a ettaro pari a (52,50 €/h x 2<sup>h</sup> 30'/ha) 131 €/ha.

**Costo totale a ettaro del cantiere (a.1+a.2+a.3+a.4) = 381 €**

<sup>28</sup> Tariffa media di mercato

<sup>29</sup> Tariffa media di mercato

<sup>30</sup> Tariffa Bibbiani (immaginiamo trattabile)

<sup>31</sup> Tariffa FRIMAT (immaginiamo trattabile)

ii) *Ipotesi con terreno distante 30 km dall'impianto*

ii1) Trasporto compost

Analisi del tempo impiegato per il trasporto di 25 t di compost assegnati per il trattamento di 1 ha di terreno:

<i>Trasporto del compost con autocarro da circa 12,5 t</i>	<i>Unità</i>	<i>Tempo impiegato</i>	<i>Totale</i>
<i>Carico + viaggio (a) + scarico + viaggio (r)</i>	<i>2</i>	<i>1<sup>h</sup> 45',<sup>(32)</sup></i>	<i>3<sup>h</sup> 30'</i>

Vincolo di progetto di un unico cantiere per un solo giorno di lavoro: con tali tempi d'impiego (3<sup>h</sup> 30') si calcola di poter approvvigionare compost per mediamente 2,28 arr. a 2 ha al giorno. Attribuendo un prezzo medio a tale servizio di 70 €/h<sup>(33)</sup> avremo un costo a ettaro pari a (3<sup>h</sup> 30'/ha x 70 €/h) 245 €/ha.

ii2) Trasporto spandi - compost e skid-loader (per il carico del compost sullo spandi - compost)

Costo del trasporto dello spandi - compost e dello skid-loader:

<i>Trasporto dello spandi - compost e skid-loader</i>	<i>Unità</i>	<i>Costo unitario (€/giorno)</i>	<i>Totale (€)</i>
<i>Carico + viaggio (a) + scarico + viaggio (r) + scarico</i>	<i>1</i>	<i>300<sup>(34)</sup></i>	<i>600</i>

Anche se con una consegna al mattino e il ritiro a fine giornata potremmo agevolmente approvvigionare più di 8 ha/giorno, in realtà, per il vincolo di progetto imposto dal tempo richiesto per il trasporto del compost di un unico cantiere per un solo giorno di lavoro, considereremo 2 ha.

Attribuendo un prezzo medio a tale servizio di 600 €/giorno avremo un costo a ettaro pari a (600 €/giorno : 2 ha/giorno) 300 €/ha.

ii3) Carico del compost sullo spandi - compost

Costo del noleggio dello skid-loader:

<i>Dotazione "skid-loader"</i>	<i>Unità</i>	<i>Costo unitario (€/giorno)</i>
<i>Noleggio "skid loader"</i>	<i>1</i>	<i>85<sup>(35)</sup></i>

Anche se con i tempi d'impiego effettivo potremmo agevolmente approvvigionare più di 8 ha/giorno di terreno, in realtà, per il vincolo di progetto imposto dal tempo richiesto per il trasporto del compost di un unico cantiere per un solo giorno di lavoro, considereremo 2 ha.

Attribuendo un prezzo medio a tale servizio di 85 €/giorno avremo un costo a ettaro pari a (85 €/giorno : 2 ha/giorno) 42,50 arr. a 43 €/ha.

<sup>32</sup> Tempo stimato (a una velocità media di 50 Km/h)

<sup>33</sup> Tariffa media di mercato (immaginiamo trattabile)

<sup>34</sup> Tariffa media di mercato

<sup>35</sup> Tariffa Bibbiani

ii4) Distribuzione compost

Analisi del tempo impiegato per la distribuzione di 25 t di compost assegnati per il trattamento di 1 ha di terreno:

<i>Dotazione trattore -spandi - compost da circa 1,12 t</i>	<i>Unità</i>	<i>Tempo d'impiego a ettaro</i>
<i>Servizio</i>	<i>1</i>	<i>2<sup>h</sup> 30'</i>

Considerando che la distribuzione del compost può avvenire anche in maniera autonoma rispetto al trasporto considereremo solamente il tempo effettivamente impiegato per trattare un ettaro di terreno.

Attribuendo un prezzo medio a tale servizio di 52,50 €h<sup>(36)</sup> avremo un costo a ettaro pari a (52,50 €h x 2<sup>h</sup> 30'/ha) 131,25 arr. a 131 €/ha.

<b>Costo totale a ettaro del cantiere (a.1+a.2+a.3+a.4) = 719 €</b>
---

Riepilogo

<i>Costi per il trattamento con 25 t/ha di compost (calcolati in base ai vincoli logistici propri del cantiere)</i>			
<i>Terreni da trattare</i>	<i>Tipi di cantiere</i>		
	<i>Bossini 15,4 t (pieno campo) €</i>	<i>Bibbiani da 5 t (pieno campo) €</i>	<i>Bibbiani da circa 1 t (vigneti/oliveti...) €</i>
<i>a 7,5 km dall'impianto</i>	<b>97</b>	<b>236</b>	<b>381</b>
<i>a 30 km dall'impianto</i>	<b>248</b>	<b>667</b>	<b>719</b>

<sup>36</sup> Tariffa FRIMAT

Alcune considerazioni

***I prezzi sopra attribuiti alle operazioni di trasporto per i cantieri Bibbiani sono ovviamente trattabili.***

***Per quanto riguarda i cantieri Bibbiani è possibile, trasportando in continuo il compost, migliorare sensibilmente la loro capacità lavorativa giornaliera.***

***Lo spandi - compost-trasportatore Bossini è consigliabile (date sue caratteristiche) impiegarlo in terreni di pianura oppure su terreni con pendenze longitudinali non superiori al 12-15% e trasversali non superiori al 6-7 %.***

***Lo spandi - compost Bibbiani è consigliabile (date le sue caratteristiche) impiegarlo in terreni con pendenze longitudinali non superiori al 25-30% e trasversali non superiori al 8-10 %.***

***Lo spandi - compost-trasportatore Bossini risulta essere per il pieno campo, nel rispetto dei limiti sopra descritti, il più vantaggioso economicamente.***

***L'impiego dello spandi - compost da vigneto Bibbiani risulta essere, per il momento, l'unica soluzione possibile.***

***L'impiego dello spandi - compost da pieno campo Bibbiani (probabilmente anche lo spandi - compost-trasportatore Bossini che usa la stessa tecnica di lancio) incontra non poche difficoltà nell'utilizzo di compost polverulenti.***

***Altri tipi di cantieri alternativi, operanti sul territorio, non sembrano avere per il momento particolari vantaggi tecnici ne economici rispetto a quelli sopra descritti.***

**3. L'utilizzo del dosatore di concime posizionato sullo spandi – compost**

**Toscana Ricicla**

### 3.1. L'utilizzo del dosatore di concime minerale

La valutazione del dosatore realizzato è stata condotta mediante l'analisi di alcuni parametri:

- la funzionalità del mezzo (vedi capitolo 1)
- la soddisfazione del cliente (vedi capitolo 2)
- l'effettiva utilità dello strumento.

Questo ultimo aspetto è stato affrontato attraverso lo studio di alcuni casi di concimazioni minerali integrative gli apporti in macroelementi di fertilizzazioni standard di 25 t/ha di compost di qualità, mediante l'utilizzo del dosatore posizionato sullo spandi - compost, in alternativa a concimazioni minerali di routine effettuate su terreni vocazionali da un'azienda agricola in provincia di Siena (riportato di seguito)

**Premesse:**

- per la determinazione dei tempi di ritorno è stato assunto come vincolo l'esaurimento del  $P_2O_5$  apportato con il compost di qualità;
- per un'appropriata distribuzione delle dosi minime di concime minerale integrativo è necessario che il dosatore offra un buon grado di regolazione.

### 3.2. Calcolo delle dosi di concime minerale integrativo e utilità del dosatore:

**A. Frumento duro (produzione media: 45 q/ha) / Frumento tenero (produzione media: 60-65 q/ha)**

Concimazione minerale per ettaro:

- a) semina: 3 q di 18-46 = 54 kg/ha di N e 138 kg/ha di  $P_2O_5$ ;
- b) copertura: 2 q di urea = 96 kg/ha di N.

Fertilizzazione con 25 t/ha di compost:

- a) semina: 56 kg/ha di N disponibile (il 20% dei 282 apportati) e 252 kg/ha di  $P_2O_5$ .  
L'apporto di N disponibile è sufficiente per 2<sup>(37)</sup> campagne agrarie mentre quello di  $P_2O_5$  è sufficiente (integrandone 24 kg/ha di origine minerale in un'unica soluzione) per 2 campagne;
- b) copertura: 2 q di urea = 96 kg/ha di urea.

- Il primo anno, per gli unici (per le due campagne) 24 kg/ha di  $P_2O_5$  mancanti, può essere utile l'impiego del dosatore

**B. Mais in asciutto (produzione media: 30 q; se piove a sufficienza anche 70-80 q)**

Concimazione minerale per ettaro:

- a) semina: 5 q di 20-10-10 = 100 kg/ha di N, 50 kg/ha di  $P_2O_5$  e 50 kg/ha di  $K_2O$ ;
- b) copertura: anche niente.

Fertilizzazione con 25 t/ha di compost:

- a) semina: 56 kg/ha di N disponibile (il 20% dei 282 apportati), 252 kg/ha di  $P_2O_5$  e 312 kg/ha di  $K_2O$ .

<sup>37</sup> Nonostante il calcolo indicasse (282:56) 5 campagne, se ne sono considerate solo 2 in quanto, con il tempo, è molto probabile una perdita di N disponibile

L'apporto di N disponibile è sufficiente per 2<sup>(38)</sup> campagne agrarie (integrandone 44 kg/ha di origine minerale in ciascuna campagna) mentre il P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> è sufficiente per 5 campagne (integrandone in una unica soluzione 18 kg/ha di origine minerale) e il K<sub>2</sub>O per 6 campagne.

➤ Il primo anno, per i 44 kg/ha di N e gli unici (per le due campagne) 18 kg/ha di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mancanti, può essere utile l'impiego del dosatore

### **C. Mais irriguo (produzione media: 120 q/ha)**

#### **Concimazione minerale per ettaro:**

a) semina:

- 4 q di urea = 192 kg/ha di N;

- 6 q di 8.24.24 = 48 kg/ha di N, 144 Kg/ha di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 144 kg/ha di K<sub>2</sub>O;

per un totale di 240 kg/ha di N, 144 kg/ha di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O rispettivamente;

b) rincalzatura: 3 q.li di urea = 144 kg/ha di N.

#### **Fertilizzazione con 25 t/ha di compost:**

a) semina: 56 kg/ha di N disponibile (il 20% dei 282 apportati), 252 kg/ha di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 312 kg/ha di K<sub>2</sub>O.

L'apporto di N disponibile è sufficiente per 2<sup>(39)</sup> campagne agrarie (integrandone 184 kg/ha di origine minerale in ciascuna campagna) mentre il P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> è sufficiente per 2 campagne (integrandone 36 kg/ha di origine minerale in un'unica soluzione) e il K<sub>2</sub>O per 2 campagne così com'è;

b) rincalzatura: 3 q.li di urea = 144 kg/ha di N.

➤ Il primo anno, per i primi 184 kg/ha di N e gli unici (per le due campagne) 36 kg/ha di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mancanti, può essere utile l'impiego del dosatore.

---

<sup>38</sup> Nonostante il calcolo indicasse (282:56) 5 campagne, se ne sono considerate solo 2 in quanto, con il tempo, è molto probabile una perdita di N disponibile;

<sup>39</sup> Nonostante il calcolo indicasse (282:56) 5 campagne, se ne sono considerate solo 2 in quanto, con il tempo, è molto probabile una perdita di N disponibile;