



Associazione Italiana  
di Ingegneria Agraria  
III - V - VI Sezione



**ISPESL**

Istituto Superiore per La Prevenzione  
E la Sicurezza del Lavoro

## **CONVEGNO NAZIONALE**

**La sicurezza delle macchine agricole  
e degli impianti agro-industriali**

**Aspetti normativi, tecnici, ergonomici e  
anti-infortunistici**

**Alghero, Sassari. 11-15 settembre 2002**



## **Analisi del rischio ambientale nello smaltimento dei reflui oleari**

*Di Candia E.<sup>1</sup>, Pace D.<sup>2</sup>, Panaro V.<sup>3</sup>, Santoro F.<sup>4</sup>*

*<sup>1,3,4</sup>PROGESA – Dip. di Progettazione e Gestione dei Sistemi Agro-zootecnici e forestali, Sezione Meccanica, Università di Bari.*

*<sup>2</sup>Collaboratore esterno Dipartimento PROGES.A, Università di Bari.*

### **Riassunto**

*Uno dei problemi legato all'attività olearia, particolarmente sentito dagli operatori agricoli per gli oneri che ne derivano e per l'impatto ambientale che produce, è lo smaltimento delle acque di vegetazione derivanti dalla lavorazione delle olive.*

*Infatti, se da un lato la distribuzione delle acque di vegetazione sui terreni agricoli contribuisce ad apportare elementi nutritivi al terreno stesso, dall'altro rappresenta un potenziale rischio di inquinamento della falda, di alterazione delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno e di fitotossicità per le colture.*

*Infatti, si è visto che l'esito positivo e/o negativo della pratica oggetto di studio dipende da diversi fattori: caratteristiche ambientali; filiera produttiva; tipo di macchine e modalità di spargimento.*

*Scopo della presente nota è stato quello di analizzare i fattori e individuare i punti deboli che condizionano lo spargimento delle acque di vegetazione nell'area geografica a nord-ovest di Bari.*

*Parole chiave: Filiera olivicola, acque di vegetazione, rischio.*

### **Summary**

*One of the problems linked to the olive oil production activity, particularly felt by the operators for the costs that they derive and by the collectivity for the ambient impact that produces, it is the elimination of the vegetation water deriving from the manufacturing of the olives.*

*In fact, if from a side the distribution of the vegetation waters on the agricultural grounds contributes to produce nutritive elements to the ground itself, from the other side it represents a potential watertable pollution, of alteration of the chemical-physical characteristics of the ground and toxicity for the cultivations.*

*It has been noticed that the positive or negative result of the studied practice depends on various factors: ambient characteristics; production system; machineries and spreading modality.*

*Aim of the present work is to analyse the factors and to identify the weak points that affect the spreading of the vegetation waters in a geographic area located North-West to the city of Bari.*

*Key words: Olive production, vegetation waters, risk.*

## 1. INTRODUZIONE

Il comparto dei frantoi oleari italiano è caratterizzato da circa 5.500 frantoi che lavorano annualmente circa 2,8 milioni di tonnellate di olive. Il 78,2% dei frantoi è di piccola e media capacità lavorativa, mentre i frantoi ad elevata capacità lavorativa sono il 21,8%.

Il 60% dei frantoi è ubicato nelle Regioni dell'Italia meridionale: in Puglia ne sono presenti circa 1200 (22% del totale) prevalentemente a ciclo continuo e di piccola e media capacità lavorativa (fino a 10 t/giorno) che lavorano mediamente 1 milione di t di olive a stagione (**Tabella 1**). La superficie italiana destinata alla coltivazione dell'olivo è pari a circa 1,2 milioni di ha; in Puglia, invece, è pari a circa 354.000 ha, così ripartita per provincia: Bari circa 132.000 ha; Foggia circa 48.000 ha; Brindisi circa 58.000 ha; Taranto circa 35.000 ha; Lecce circa 80.000 ha (**Tabella 2**).

Dalla lettura dei dati riportati nelle **Tabelle 1 e 2**, se ne deduce che il comparto oleario italiano e in particolare quello pugliese è concentrato nelle aree geografiche ad elevata tradizione olivicola ed è caratterizzato da un numero elevato di frantoi, per lo più di piccola e media dimensione. In questo contesto, uno dei problemi legato all'attività olearia, particolarmente sentito dagli operatori per gli oneri che ne derivano e per l'impatto ambientale che produce, è lo smaltimento delle acque di vegetazione (A.V.). Gli ultimi due decenni appena trascorsi sono stati caratterizzati da una intensa attività di ricerca volta ad individuare, tra l'altro, l'effetto inquinante e le modalità idonee di smaltimento di questi reflui, nel rispetto dell'ambiente.

Lo spandimento delle A.V. sui terreni ad uso agricolo, allo stato attuale e sulla scorta di tali ricerche, rappresenta la pratica che meglio concilia l'esigenza di ridurre i costi di smaltimento con quella di salvaguardare l'ambiente, purché essa venga effettuata sulla base di criteri operativi che tengano conto di molteplici fattori, quali: *Caratteristiche ambientali* (pedogeomorfologia, orografia e idrografia dei suoli, piovosità, temperature ecc.); *Caratteristiche della filiera produttiva* (tipo di raccolta, tipo di impianto, capacità lavorativa, quantità di olive lavorate, tempi di lavorazione, modalità e capacità di stoccaggio delle acque di vegetazione caratteristiche delle acque di vegetazione ecc.); *Caratteristiche delle macchine preposte alla distribuzione delle acque di vegetazione* (modalità di funzionamento, caratteristiche meccaniche, tempi di esecuzione ecc.).

Lo scopo del presente lavoro è quello di inquadrare gli aspetti citati in una realtà produttiva vocata alla olivicoltura, quale è l'area geografica del nord-ovest barese con epicentro Bitonto (Bari), allo scopo di tracciare linee guida per un corretto e razionale svolgimento della pratica di spargimento delle acque di vegetazione, in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa vigente (art 3 della legge 574/96).

## 2. METODOLOGIA DI STUDIO

L'azione positiva e/o negativa derivante dalla pratica della distribuzione delle acque di vegetazione sui terreni agricoli, come già accennato nella introduzione, dipende dalla interazione di alcuni fattori (**Schema 1**).

Di conseguenza, per divenire alla individuazione di criteri operativi (linee guida), volti a garantire il corretto e razionale svolgimento della pratica di spargimento delle acque di vegetazione, è stato necessario individuare e delineare un'area geografica omogenea relativamente ai fattori da considerare. Successivamente, nell'ambito dell'area geografica considerata, si è proceduto ad acquisire ed analizzare tutti i possibili fattori condizionanti.

I fattori rilevati ed analizzati per la zona considerata nel presente lavoro (Bitonto e paesi limitrofi), che possono condizionare la pratica dello spargimento delle A.V., sono legati

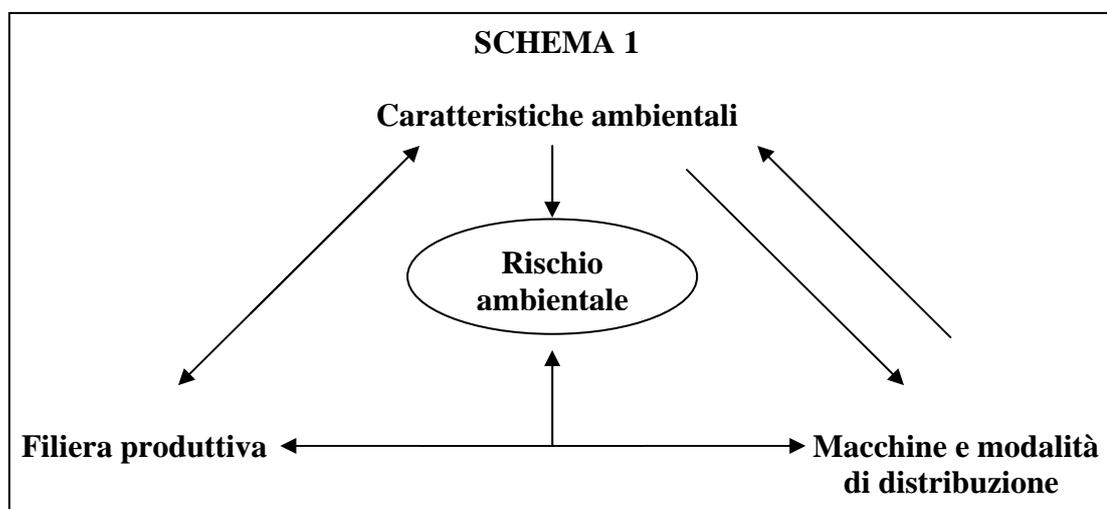
alle caratteristiche della filiera produttiva, alle caratteristiche delle macchine utilizzate per lo spargimento e quindi alla modalità con cui avviene lo spargimento stesso e alle caratteristiche ambientali (**Schema 2**).

Tuttavia, rimane ancora da accertare l'eventuale influenza di altri fattori, quali le operazioni colturali, insediamenti agroindustriali presenti nella zona ecc.

Tab. 1 - Numero di frantoi e dati produttivi di olive lavorate per Regione.

Regione	n° frantoi	Olive annue lavorate t	Percentuale di olive lavorate rispetto al totale %	Percentuale delle olive lavorate rispetto al totale con ciclo tradizionale %	Percentuale delle olive lavorate rispetto al totale con ciclo continuo %	Percentuale di olive molite in 8/h %		
						fino 5 t	da 5 a 10 t	oltre 10 t
Lombardia	23	3.000	0,10	41,7	58,3	65,2	34,8	0,0
Trentino	2	900	0,03		100,0	50,0	0,0	50,0
Friuli	3	400	0,02		100,0	33,3	66,7	0,0
Veneto	24	6.600	0,23	61,3	38,7	38,2	50,0	11,8
Emilia R.	26	3.500	0,12	50,0	50,0	34,6	53,9	11,5
Liguria	205	28.700	1	63,8	36,2	70,4	25,1	4,5
Toscana	426	114.400	4	55,3	44,7	56,8	27,5	15,7
Umbria	276	87.600	3,1	49,5	41,5	57,3	37,3	5,4
Marche	158	19.500	0,70	75,2	24,8	60,8	36,7	2,5
Lazio	396	110.400	3,9	47,4	52,6	36,4	44,4	19,2
Abruzzo	523	131.600	4,7	83,4	16,6	42,8	49,3	7,9
Campania	587	180.600	6,4	64,9	35,1	51,0	38,8	10,2
Molise	137	26.100	0,92	71,4	28,6	52,6	38,7	8,7
<b>Puglia</b>	<b>1.191</b>	<b>1.023.600</b>	<b>36,4</b>	<b>43,4</b>	<b>56,6</b>	<b>15,2</b>	<b>41,4</b>	<b>43,4</b>
Basilicata	181	56.600	2	72,3	27,7	44,2	43,6	12,2
Calabria	1.138	682.600	24,3	45,2	54,8	30,8	46,5	22,7
Sicilia	68	300.000	10,6	30,8	69,2	20,0	49,6	30,4
Sardegna	102	42.300	1,5	3,8	96,2	24,7	47,8	27,5
<b>Totale</b>	<b>5.466</b>	<b>2.818.400</b>	<b>100</b>	<b>51,9</b>	<b>48,1</b>	<b>35,8</b>	<b>42,4</b>	<b>21,8</b>

Fonte: elaborazione AIMA e INEA 2000



L'acquisizione dei dati relativamente alla filiera produttiva come raccolta delle olive, sistema di estrazione, caratteristiche A.V. ecc, nonché alla individuazione catastale dei fondi (contrada, foglio di mappa e n° particella) e alle macchine e modalità di distribuzione (tipologia di macchina, caratteristiche meccaniche ecc.), è avvenuta sia attraverso quanto dichiarato dagli operatori del settore nelle comunicazioni presentate al Sindaco, secondo l'art. 3 della Legge 574/96, sia attraverso schede informative distribuite personalmente ai frantoiani.

L'acquisizione dei dati relativamente ai fattori ambientali, invece, è avvenuta attraverso la consultazione della cartografia relativa alla zona, in modo particolare la cartografia tematica, nonché dalla consultazione dei dati rilevati dalla stazione meteorologica di Palo del Colle (Bari) (temperature minime, medie massime, piovosità giornaliera e serie storiche, relativamente al periodo considerato) e sia dall'analisi stratigrafica di perforazioni effettuate nel tempo per la realizzazione di pozzi artesiani, onde studiare la profondità della falda.

La fase successiva all'acquisizione dei dati è stata effettuata direttamente da indagini in campo. In modo particolare, si è proceduto a verificare la conformità dei siti di ricezione alla normativa legislativa in vigore in materia sia di smaltimento dei reflui e sia di tutela ambientale, circa: le colture praticate sul suolo; presenza e/o assenza di vincoli idrogeologici; pendenza del terreno; distanza dalle aree di salvaguardia delle captazioni di acque destinate ad uso potabile; livello della falda acquifera; distanza dai centri abitati; presenza e/o assenza di corsi d'acqua e/o sorgenti e/o pozzi.

## SCHEMA 2

### Fattori Analizzati

#### **Filiera produttiva**

- Numero e ubicazione dei frantoi
- Superficie olivicola
- Raccolta (modalità, epoca, durata e macchine utilizzate)
- Quantità di olive molite
- Sistema di estrazione
- Capacità lavorativa
- Quantità e caratteristiche di reflui prodotti
- Modalità di stoccaggio temporaneo (cisterne al chiuso o all'aperto)
- Dimensioni delle cisterne di stoccaggio
- Modalità e tempi di svuotamento delle cisterne

#### **Macchine e modalità di distribuzione dei reflui**

- Descrizione
- Modalità di funzionamento
- Caratteristiche meccaniche
- Tempi di esecuzione

#### **Ambiente**

- Siti di ricezione (individuazione catastale)
- Caratteristiche geo-litologiche e idrologiche
- Aspetti morfologici
- Caratteristiche pedologiche
- Caratteristiche chimico-fisiche del suolo
- Aspetti meteo-climatici (piovosità, temperature)

Dall'analisi dei dati così ottenuti sono stati individuati i punti deboli che maggiormente incidono sull'esito della pratica oggetto di studio, in relazione all'inquinamento ambientale, all'alterazione delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno e alla fitotossicità per le colture.

### 3. ANALISI DEI FATTORI

#### 3.1 Caratteristiche della filiera produttiva

Come innanzi detto, lo studio è stato condotto nel comune di Bitonto e in parte nei comuni limitrofi durante la campagna lavorativa 2001/02 ed ha interessato 31 frantoi (55% dei frantoi presenti nell'area), di cui 22 su 24 ubicati nel comune di Bitonto; 6 su 10 ubicati nel comune di Terlizzi ; 1 su 7 nel comune di Bari; 1 su 10 nel comune di Molfetta e 1 su 5 nel comune di Bitetto. La scelta è ricaduta sul comune di Bitonto, in quanto rappresentativo, per i fattori considerati, dell'intera area geografica considerata.

La superficie destinata alla coltivazione dell'olivo nel comune di Bitonto è pari a circa 10.000 ha, con una produzione di olive annua pari a circa 45.000 t (**Tabella 2**). I frantoi considerati sono in parte ubicati nel centro abitato e in parte dislocati sul territorio comunale.

Tab. 2 - Superficie e produzione di olive molite per alcuni comuni della provincia di Bari e della Regione Puglia.

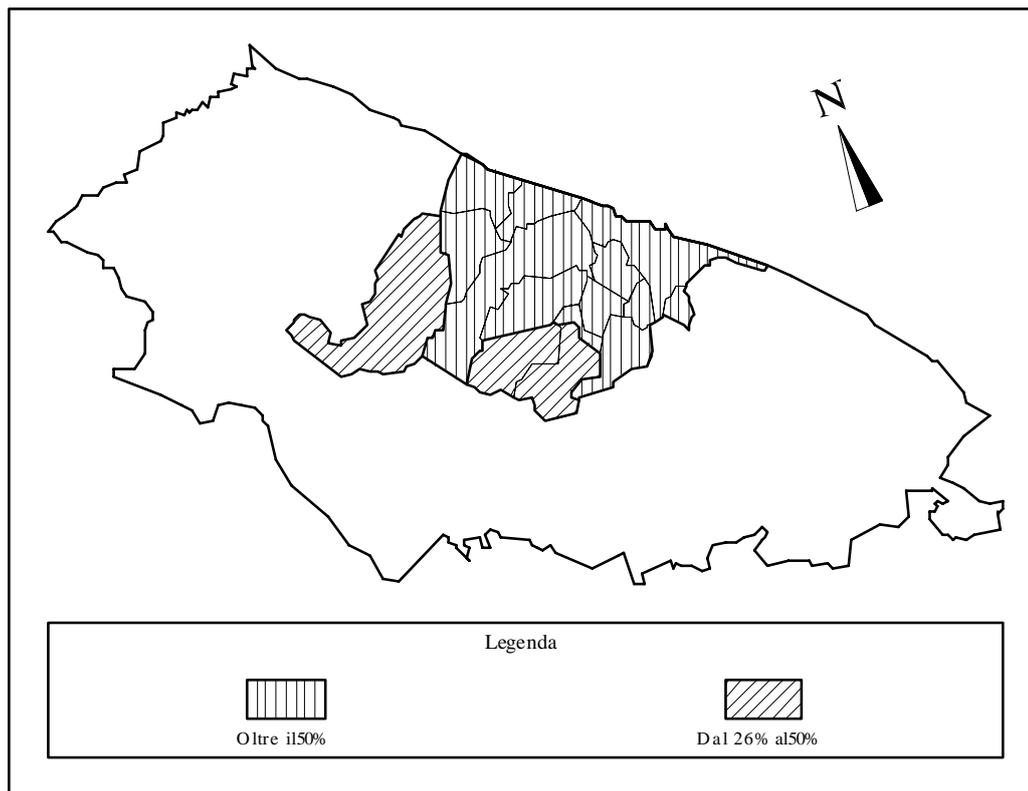
Comune	Superficie ad olivo (ha)	Olive molite durante la stagione di raccolta (t)
Bari	2.604,15	7.416
Bitetto	2.137,22	9.548
Bitonto	9.942,83	45.771
Molfetta	4.753,91	16.015
Terlizzi	4.714,65	17.858
<b>Totale</b>	<b>24.152,76</b>	<b>96.608</b>
<b>Provincia di (BA)</b>	<b>132.104</b>	<b>352.717,7</b>
<b>Provincia di (BR)</b>	<b>58.748</b>	<b>156.857,1</b>
<b>Provincia di (FG)</b>	<b>47.883</b>	<b>127.847,6</b>
<b>Provincia di (LE)</b>	<b>79.910</b>	<b>213.359,7</b>
<b>Provincia di (TA)</b>	<b>35.239</b>	<b>94.088,1</b>
<b>Regione Puglia</b>	<b>353.844</b>	<b>944.870,2</b>
<b>Italia</b>	<b>1.171.798</b>	<b>2.835.222,6</b>

Fonte: Elaborazione ISTAT e INEA 1999

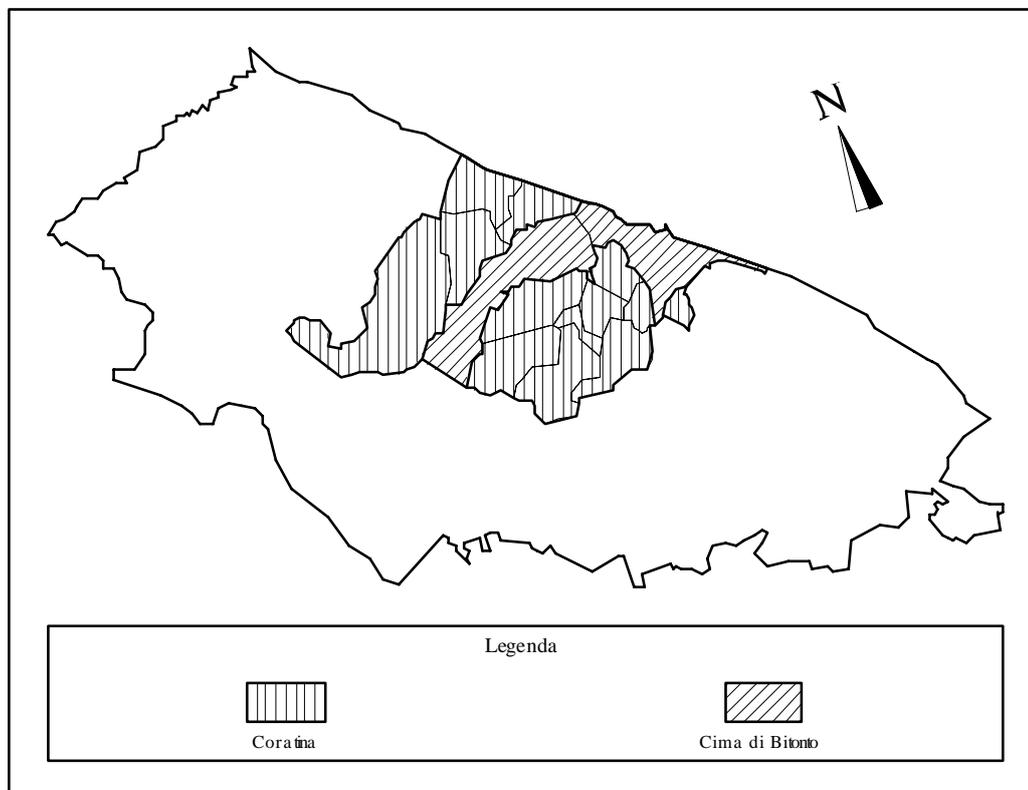
La quantità di olive lavorate dai frantoi analizzati è stata di circa 52.000 t, il 54% della produzione dell'intera area geografica considerata, con una produzione di acque reflue di 37.000 t, a fronte di una superficie destinata allo spandimento di 960 ha (**Tabella 3**). Le cultivar più diffuse sono la *Coratina* e la *Cima di Bitonto*.

La raccolta nella zona interessata si effettua da fine ottobre a gennaio inoltrato ed è prevalentemente di tipo manuale, adottando prevalentemente il sistema della brucatura e/o della bacchiatura anche se si vanno sempre più riscontrando scuotitori multidirezionali portati da trattori, o più frequentemente scuotitori alternativi a motore del tipo a spalla.

In media la produzione per pianta è di circa 40 Kg di olive e l'alternanza di produzione è attenuata grazie alla pratica irrigua, particolarmente diffusa nella zona.



*Carta della classe di densità (SAU Olivo/SAU Comune).*



*Carta delle varietà di olivo coltivato.*

Tab. 3 - Dati rilevati dalle relazioni presentate, al comune di Bitonto, dagli addetti al settore come previsto dall'art. 3 della Legge 574/96.

FRANTOI	Olive lavorate t	Tipo di Impianto			Acqua di vegetazione m <sup>3</sup>	Superficie destinata allo spargimento ha	A.V. distribuite m <sup>3</sup> /ha	Variazione percentuale della distribuzione rispetto ai limiti di legge %
01	500**	-	-	A Pressione	200**	04.48.52	45	-10
02	800**	-	-	A Pressione	400*	30.80.82	13	-74
03	320**	-	-	A Pressione	160**	13.98.44	11	-78
04	900*	-	-	A Pressione	450*	14.42.19	31	-38
05	630*	-	-	A Pressione	315*	19.15.13	16	-68
06	560*	-	-	A Pressione	280*	05.70.00	49	-2
07	500*	-	-	A Pressione	250*	10.29.01	25	-50
08	420*	-	-	A Pressione	210*	01.55.81	134	+168
09	2.500**	-	Continuo	-	2.000**	39.83.00	50	-37
10	1000*	-	Continuo	-	800*	22.06.92	36	-54
11	1.100**	-	Continuo	-	880**	16.67.00	53	-34
12	1.300**	-	Continuo	-	1.088*	09.57.50	114	+42
13	2.500**	-	Continuo	-	2.000*	14.20.00	140	+75
14	4.000**	-	Continuo	-	3.500**	60.81.43	57	-29
15	1.500*	-	Continuo	-	1.200*	16.26.48	74	-7
16	840*	-	Continuo	-	670*	12.57.97	53	-34
17	2.500**	-	Continuo	-	2.000*	17.29.74	115	+44
18	800*	-	Continuo	-	640*	20.46.77	32	-90
19	1.250**	-	Continuo	-	1.000**	26.00.55	38	-52
20	800**	-	Continuo	-	640*	23.70.93	27	-66
21	6.000**	-	Continuo	-	5.200**	342.70.39	15	-81
22	2.660*	-	Continuo	A Pressione	1.808*	15.65.33	139(c)95(t)	+73(c) +90(p)
23	1.440**	-	Continuo	A Pressione	1.027**	20.85.28	74(c) 23(t)	-7(c) -54(p)
24	2.500**	-	Continuo	A Pressione	1.625*	22.37.86	80(c) 74(t)	0(c) +48(p)
25	2.000**	-	Continuo	A Pressione	1.400**	36.46.00	39	-51
26	2.520*	-	Continuo	A Pressione	1.778*	14.98.44	91(c)239(t)	+14(c) +378(p)
27	4.000**	Continuo due fasi	Continuo	-	2.000**	25.95.28	77	-3
28	1.120*	Continuo due fasi	Continuo	-	700*	19.87.85	35	-56
29	3.300**	Continuo due fasi	Continuo	-	1.650**	28.82.00	57	-28
30	640**	Continuo due fasi	Continuo	-	300*	33.65.74	9	-89
31	1.500**	Continuo due fasi		A Pressione	600**	18.98.78	31	-38
Tot.	52.400				36.771	960.21.15	38	

\* Dati ricavati; \*\* Dati dichiarati

I frantoi esaminati più diffusi sono i continui a tre fasi (42%), seguono quelli ad impianto misto (32.2%) e infine quelli tradizionali con impianto a pressione (25,8%). In quelli con impianti continui a tre fasi, dopo la molitura, la gramolatura e l'aggiunta di acqua di rete, la pasta olearia ottenuta viene separata in tre frazioni, di cui una solida (sansa vergine) e due liquide (acqua e olio), attraverso i decanter e i separatori centrifughi.

Negli impianti tradizionali invece, la pasta olearia ottenuta dalla molitura e gramolatura viene separata nelle tre frazioni anzi dette attraverso presse idrauliche e separatori centrifughi; Infine, negli impianti continui a due fasi dalla pasta olearia, si ottengono solo due frazioni: olio e sansa vergine.

La capacità per ogni turno di lavoro oscilla da 5 a 42 t/8h e la capacità lavorativa media risulta di 16 t/8h. (**Tabella 4**). La campagna lavorativa ha una durata media, variabile da 60 a 110 giorni e si articola in genere su due turni di lavoro di 8 ore ciascuno. Nei periodi di punta, che durano in genere qualche settimana, quando maggiore è il flusso giornaliero di olive in entrata e più accentuata è la necessità di abbreviare i tempi tra raccolta e lavorazione per limitare i danni da deterioramento delle olive che nel frattempo si vanno ad accumulare in frantoio, la lavorazione avviene su tre turni di 8 ore ciascuno.

Tab. 4 - Ubicazione, numero, tipo e capacità lavorativa degli impianti oleari.

Frantoi	Ubicazione	Numero linee per impianto			Capacità lavorativa totale t/8h
		Continuo	Continuo a due fasi	A pressione	
1	Bari	-	-	1	8
2	Bitonto	-	-	1	8
3	Bitonto	-	-	1	6,4
4	Bitonto	-	-	1	8
5	Bitonto	-	-	1	9
6	Bitonto	-	-	1	8,8
7	Molfetta	-	-	1	8
8	Terlizzi	-	-	1	6
9	Bitonto	1	-	-	20
10	Bitonto	1	-	-	9
11	Bitonto	1	-	-	10
12	Bitonto	1	-	-	10
13	Bitonto	1	-	-	10
14	Bitonto	1	-	-	30
15	Bitonto	1	-	-	10
16	Bitonto	1	-	-	5
17	Bitonto	1	-	-	20
18	Bitonto	1	-	-	7
19	Bitonto	2	-	-	10
20	Bitonto	2	-	-	32
21	Bitonto	4	-	-	42
22	Bitonto	1	-	1	38
23	Bitonto	1	-	1	18
24	Bitonto	1	-	1	20
25	Bitetto	1	-	1	18
26	Terlizzi	2	-	1	36
27	Terlizzi	1	1	-	27
28	Terlizzi	1	1	-	10
29	Terlizzi	1	1	-	35
30	Terlizzi	1	1	-	18
31	Bitonto	-	1	1	10
<b>Totale</b>		<b>28</b>	<b>5</b>	<b>14</b>	
<b>Media</b>					16

La maggior parte dei frantoi considerati lavorano sia il prodotto in conto proprio, sia per conto terzi. La capacità di stoccaggio delle acque di vegetazione rilevata nei frantoi va da

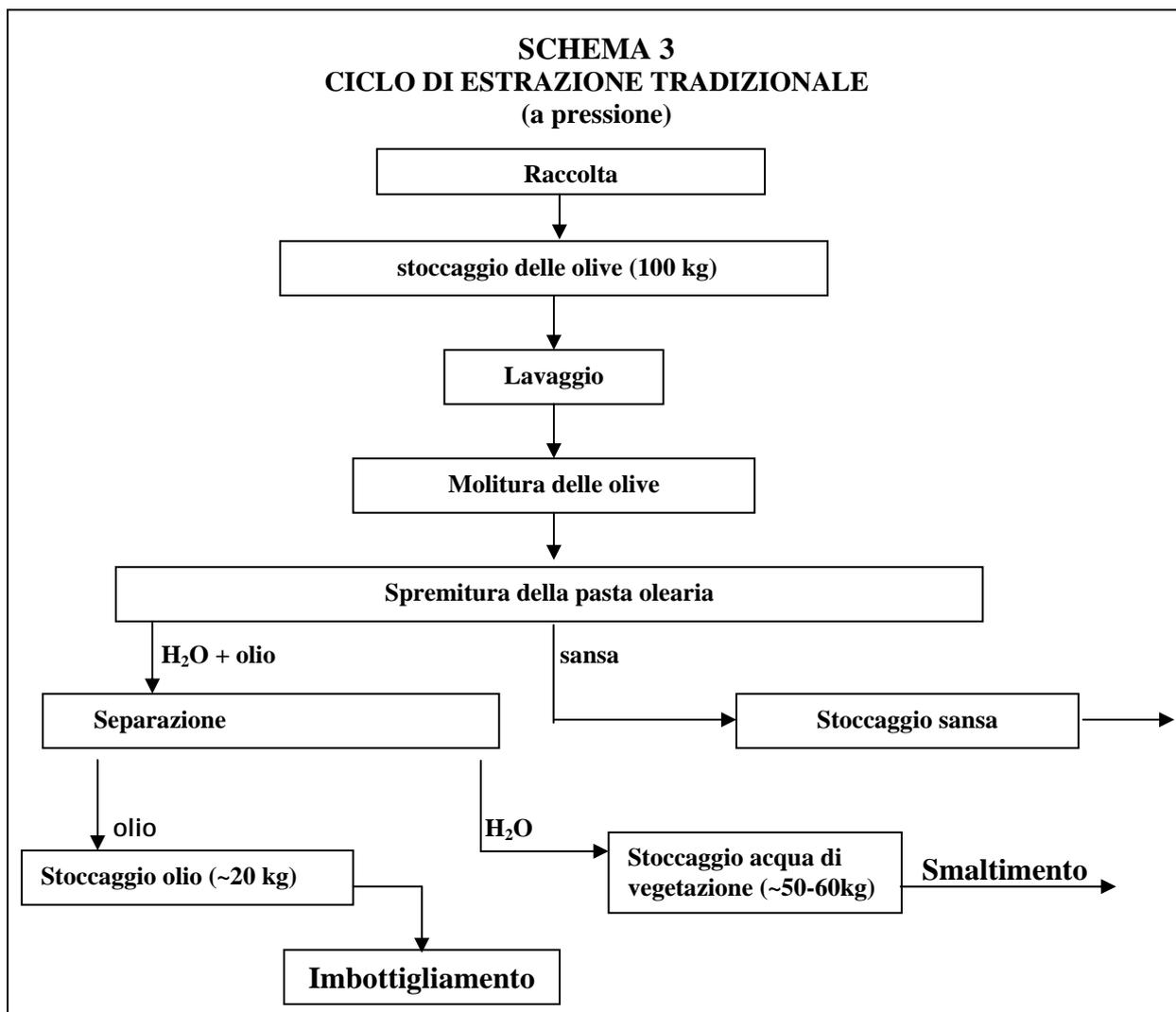
un minimo di 20 m<sup>3</sup> ad un massimo di 300 m<sup>3</sup> in funzione della capacità delle cisterne; per la maggior parte di essi, però, la capacità di stoccaggio oscilla tra i 40 e 50 m<sup>3</sup>. Le cisterne di stoccaggio (inferni) sono solitamente chiuse ed ubicate al di sotto del piano di lavorazione e l'accesso ad esse avviene attraverso aperture nel pavimento.

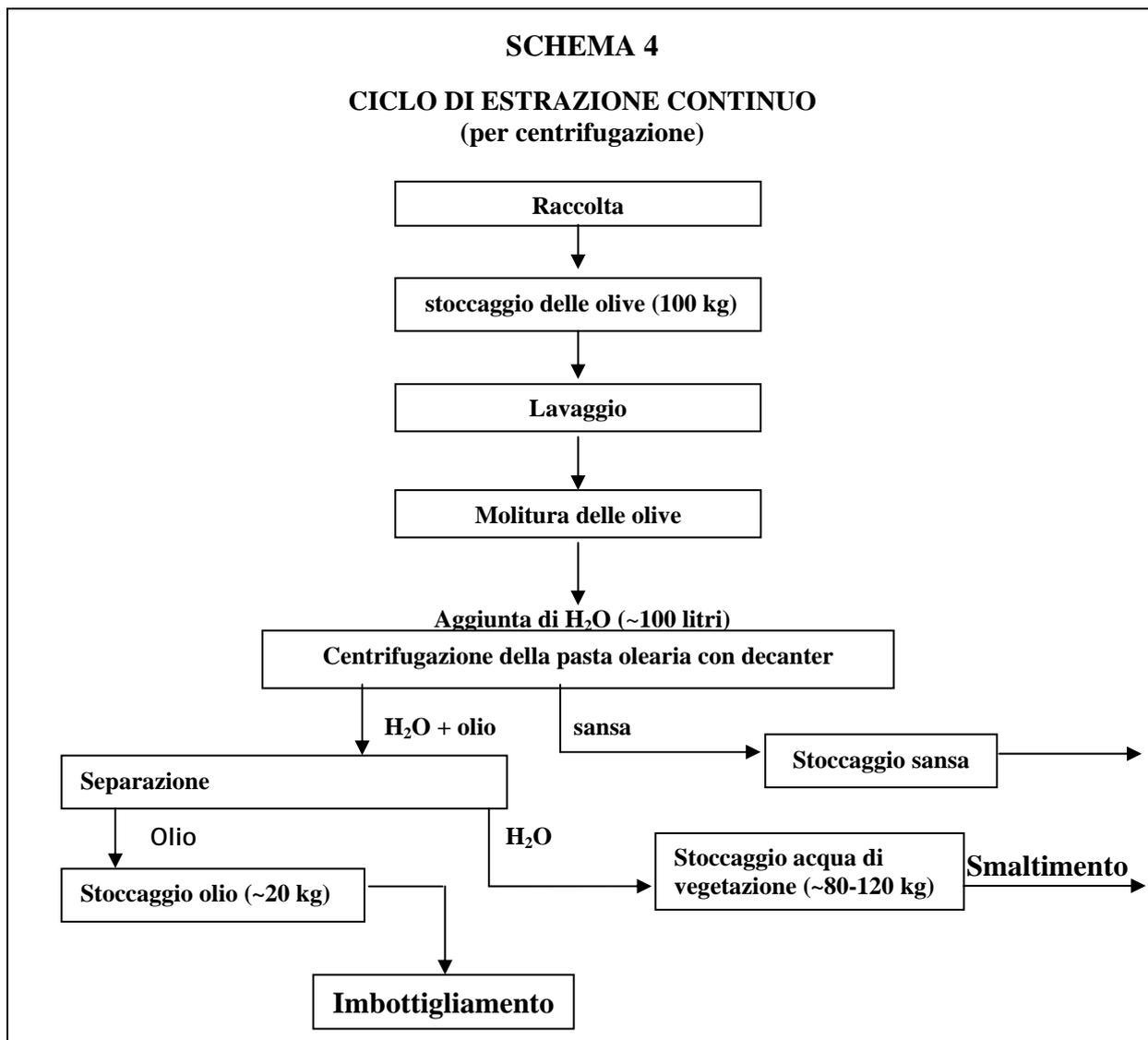
### 3.2 Le acque di vegetazione

Le acque reflue derivanti dalla lavorazione delle olive sono da considerarsi un conseguente residuo del normale processo di estrazione meccanica dell'olio. Esse, unitamente alla sansa vergine di oliva, costituiscono i principali sottoprodotti dell'industria olearia di prima trasformazione.

Di norma, prima di essere eliminate vengono stoccate in vasche (inferni) per il deposito delle impurità e per l'affioramento dell'olio residuo che viene successivamente recuperato. Le acque di vegetazione vengono individuate come "refluo ad alto tasso inquinante" per la presenza di alcuni composti, in modo particolare i polifenoli che agiscono come inibitori di alcuni microrganismi ed enzimi; inoltre, inibiscono l'attività dei microrganismi responsabili della degradazione anaerobia delle acque di vegetazione.

Negli **Schemi 3 e 4**, per rendere più visibile la percentuale di A.V. prodotta, vengono riportati i cicli di lavorazione di 100 Kg di olive rispettivamente con estrazione dell'olio a pressione e per centrifugazione.





Dagli schemi innanzi riportati risulta che le acque di vegetazione rappresentano il 45-50% della massa della drupa, contenente componenti organici e minerali; a questa bisogna aggiungere l'acqua di lavaggio degli impianti (5-10% della massa delle olive lavorate); l'acqua di lavaggio delle olive (4-7% della massa delle olive lavorate), e nel caso di impianti continui a tre fasi, da una percentuale variabile di acque di rete (25%-50%) per la diluizione della pasta.

In linea di massima per impianti tradizionali (a pressione), viene prodotta una quantità finale di acqua di vegetazione pari a 55-65% della massa delle olive lavorate, mentre per gli impianti continui la quantità di acqua di vegetazione prodotta oscilla da 80-120% della massa delle olive lavorate.

I componenti organici e minerali di origine vegetale costituenti le acque di vegetazione sono numerosi e molto variabili e ciò è legato a diversi fattori: la varietà di olive; il loro stato di maturazione e conservazione; il ciclo di estrazione; le norme igieniche seguite durante il processo di lavorazione; la razionalità del sistema di decantazione delle acque; le caratteristiche stagionali della lavorazione (corta o lunga); l'ubicazione dei frantoi e la loro frammentazione produttiva, che riduce notevolmente la capacità e l'economicità degli

impianti.

Tab. 5 - Valori dei principali parametri chimico-fisici delle acque di vegetazione per i diversi sistemi di estrazione esaminati (da Balice et al.).

Parametri	Impianto tradizionale a pressione			Impianto continuo		
	Minimo	Medio	Massimo	Minimo	Medio	Massimo
Acqua (%)	90,5	93,5	96,5	79,8	86,4	91,7
PH	5,07	5,4	5,8	5,3	5,5	5,8
Ca (meq/l)	5,0	17,5	26,9	6,5	11,7	14,4
Mg (meq/l)	11,2	38,6	76,2	5,0	8,9	16,2
Na (meq/l)	1,1	5,6	23,2	2,0	3,8	6,5
K (meq/l)	118,5	296,0	445,0	26,6	70,3	147,0
Cl <sup>-</sup> (meq/l)	20,0	60,0	104,0	26,2	37,2	47,5
So <sub>4</sub> <sup>-</sup> (meq/l)	3,9	7,8	12,9	2,7	3,6	4,6
P totale (meq/l)	4,5	14,6	27,0	2,0	3,2	6,2
N totale (meq/l)	19,2	66,0	161,0	10,5	29,6	59,2
Polifenoli (%)	0,3	0,6	0,8	1,2	1,7	2,4
Salinità totale (meq/l)	157,9	373,0	531,5	42,7	94,7	175,2
BOD <sub>5</sub> (g/l)	19,2	90,2	134,8	17,0	28,7	41,2
COD (g/l)	54,1	208,0	318,2	28,9	49,5	79,1
Solidi totali (g/l)	41,2	165,0	252,8	18,7	44,6	75,2
Solidi volatili (g/l)	33,8	129,5	195,4	16,6	38,5	67,8
Solidi sospesi (g/l)	2,49	23,0	69,0	0,70	9,6	25,6

Dalla lettura dei suddetti dati si rileva la presenza di discrete quantità di elementi nutritivi per il terreno, quali potassio, fosforo, azoto e magnesio. Di contro, gli elevati valori di BOD<sub>5</sub> e COD, caratterizzanti queste acque, rappresentano indirettamente un alto grado di inquinamento che può risultare particolarmente pericoloso qualora queste acque venissero a contatto con la falda acquifera superficiale, per scorrimento e/o profonda, per infiltrazione.

Alcuni composti, invece, in modo particolare la frazione lipidica, se eccessivamente accumulata, possono causare diminuzione della fertilità agronomica del terreno sia a causa di una certa impermeabilizzazione, provocando una minore areazione dello strato attivo interessato a fenomeni aerobici, sia a causa della tossicità manifestata nei riguardi della flora batterica.

Infine, i polifenoli presenti, essendo caratterizzati da una lenta biodegradabilità ed esercitando un'azione di inibizione enzimatica, riducono considerevolmente la biodegradazione delle acque di vegetazione e ciò determina il rallentamento della riduzione del carico inquinante intrinseco.

Per quanto riguarda l'azione fitotossica a carico delle colture, che potrebbe derivare dalla distribuzione delle acque di vegetazione sui terreni, studi recenti hanno evidenziato l'inesistenza della stessa nel caso di colture arboree anzi, in questi casi, si è registrato, talvolta, un sensibile incremento produttivo a seguito dello spandimento di dette acque, mentre qualora lo spandimento viene effettuato dopo la semina o il trapianto, per alcune colture erbacee, potrebbe verificarsi un effetto inibente nei confronti della germinazione, crescita e sviluppo (Potenz D. et al.).

Quindi, se da un lato le acque di vegetazione contribuiscono ad apportare elementi nutritivi in sostituzione della fertilizzazione classica, per la presenza di elementi nutritivi, dall'altro, rappresentano un potenziale pericolo di inquinamento ambientale, di alterazione

delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno e di fitotossicità per le colture erbacee.

### 3.3 Macchine e modalità di distribuzione dei reflui oleari

Dalla indagine svolta, circa le macchine e le attrezzature utilizzate per lo spargimento delle acque di vegetazione, è emerso un quadro abbastanza eterogeneo coerente con la situazione nazionale.

Infatti, alcuni opifici fanno ricorso a cisterne in acciaio zincato o in vetroresina, di capacità variabile da 3 m<sup>3</sup> a 5 m<sup>3</sup>, montate su rimorchi e/o trainate direttamente da trattrici, adattate allo scopo attraverso l'applicazione, all'estremità del bocchettone posteriore, di un tubo forato a T di diametro compreso tra 100 e 150 mm, attraverso il quale avviene la distribuzione per gravità; altri utilizzano carribotte ad uso zootecnico a riempimento indipendente con distribuzione a turbina o a riempimento incorporato aventi capacità comprese tra 5 m<sup>3</sup> e 10 m<sup>3</sup> trainati da trattrici; altri, ancora, hanno affidato la distribuzione dei reflui oleari a Ditte specializzate in servizi di autospurgo ed, infine, alcuni operatori hanno utilizzato cisterne a pressione con sistema di distribuzione *a getto* da postazione fissa o *a spaglio* con veicolo in movimento.

Tabella 6 - Attrezzature e modalità di spargimento più diffuse nella zona.

Vettore	Attrezzature	Distribuzione	Larghezza di lavoro m
Trattore	Cisterna portata	per gravità	1-1.5
	Cisterna portata	a getto a spaglio	25-50 4-8
Semovente	Carrobotte trainato	a turbina a getto	30-50
	Autospurgo	per gravità	0,20-0,25

### 3.4 Caratteristiche ambientali

#### 3.4.1 Rischio ambientale

Il rischio di inquinamento degli acquiferi viene inteso come “la probabilità di conseguenze negative sulla collettività, dovute al degrado qualitativo delle risorse idriche sotterranee, prodotto da un evento inquinante di data intensità e distribuzione spazio-temporale”.

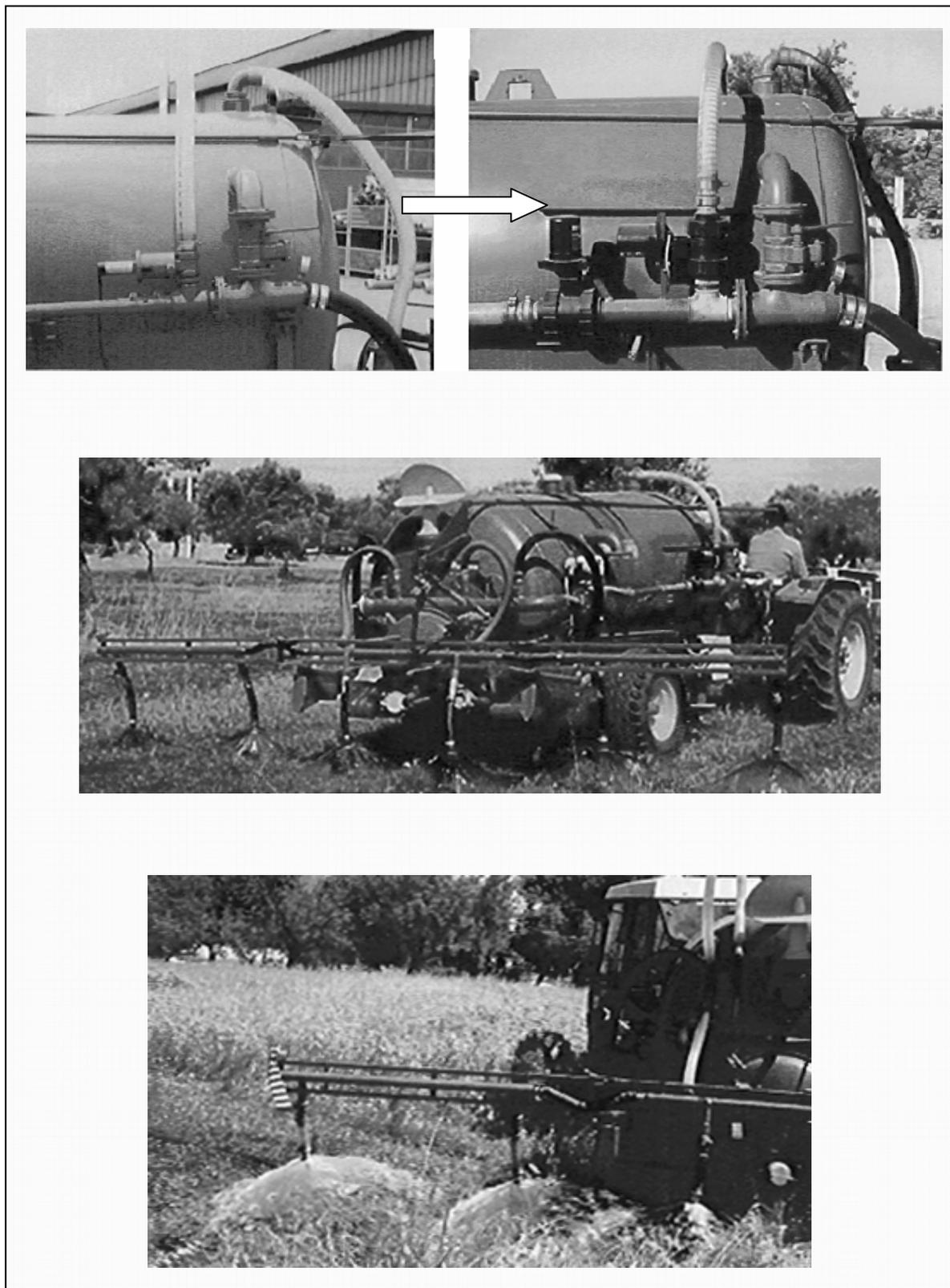
La valutazione del rischio deve tener conto di alcuni fattori fondamentali: la pericolosità ovvero la probabilità di accadimento e l'intensità dell'evento inquinante; la vulnerabilità, strettamente legata all'esposizione del soggetto a rischio e al suo valore (qualità e valore socio-economico della risorsa).

I fattori che maggiormente incidono sulla vulnerabilità degli acquiferi sono:

- caratteristiche geo-litologiche (natura dei terreni, stato di fratturazione, grado di carsificazione, ecc.)
- caratteristiche pedologiche (caratteri fisico-chimici del suolo)
- caratteristiche idrogeologiche e idrodinamiche (permeabilità, conducibilità, profondità della falda, filtrazione, ecc.).
- aspetti morfologici (acclività, ruscellamento superficiale, ecc.)
- aspetti meteo-climatici (temperatura, piovosità, ecc.)

- copertura vegetale.

*Prototipo di carro botte per lo spargimento delle A.V.*



Si tratta di una diversità e molteplicità di fattori non sempre compiutamente quantificabili che spesso richiedono studi e indagini specifiche. Tuttavia, in linea di massima e sulla base degli studi bibliografici, è stato possibile fornire, per l'area oggetto di studio, un quadro generale circa la vulnerabilità degli acquiferi e i principali fattori che la condizionano.

### **3.4.2 Caratteristiche geo-litologiche e idrogeologiche**

L'esame della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000) foglio n. 177 "Bari", permette di estrapolare gli aspetti geo-litologici di massima; in particolare, l'area di Bitonto è caratterizzato dalla presenza della formazione del "Calcarea di Bari"; si tratta di una potente successione di base costituita da calcari, calcari dolomitici e dolomie stratificate, intensamente fratturate e sottoposte a fenomeni di dissoluzione carsica. Talora questi litotipi sono ricoperti da materiale di alterazione superficiale di tipo detritico. Nelle aree prossime alla costa, sui calcari di Bari sono presenti terreni calcarenitici (età Pleistocene) afferenti alla formazione delle "Calcareniti di Gravina".

L'assetto di questi litotipi è generalmente orizzontale o sub-orizzontale, con debole inclinazione (0-10 gradi).

Dal punto di vista idrogeologico le formazioni suddette risultano caratterizzate da una permeabilità sia per fessurazione e fratturazione sia per carsismo. In tali terreni la permeabilità verticale è piuttosto irregolare, responsabile del frazionamento della falda in più livelli idrici sovrapposti, separati da orizzonti rocciosi impermeabili. Il livello della falda è molto variabile con profondità che oscillano tra qualche centinaio di metri (dal piano campagna) nelle aree più interne della murgia, a valori prossimi a zero (pelo libero) nelle aree costiere.

### **3.4.3 Aspetti morfologici**

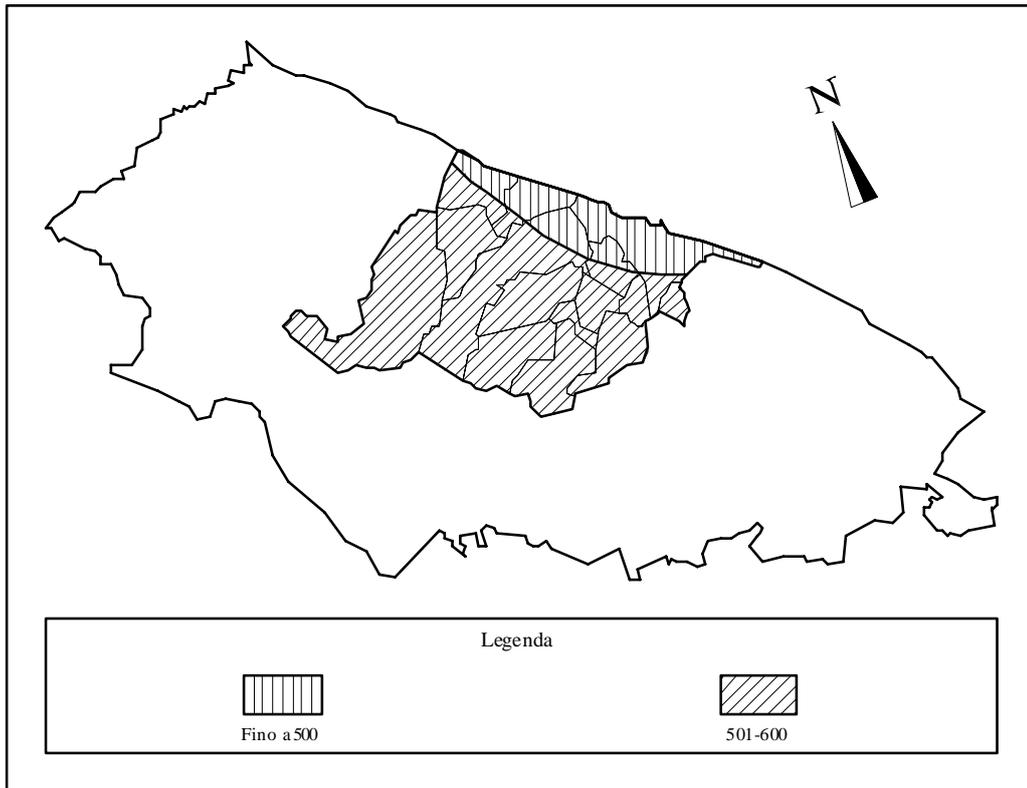
Dal punto di vista morfologico il terreno indagato presenta un assetto blandamente inclinato con deboli ondulazioni che rispecchiano il tipico aspetto a tavolato con vasti ripiani allungati, paralleli o sub-paralleli alla costa. In alcune aree ristrette sono presenti solchi di erosione "lame" generalmente piani con direzione Est-Ovest e anse irregolari. Le aree caratterizzate da un'accentuazione delle pendenze, in coincidenza di eventi piovosi particolarmente intensi, sono interessate da scorrimenti superficiali delle acque meteoriche che ruscellano lungo vie preferenziali, favorite anche dalla natura del suolo e dalla copertura vegetale.

### **3.4.4 Caratteristiche podologiche**

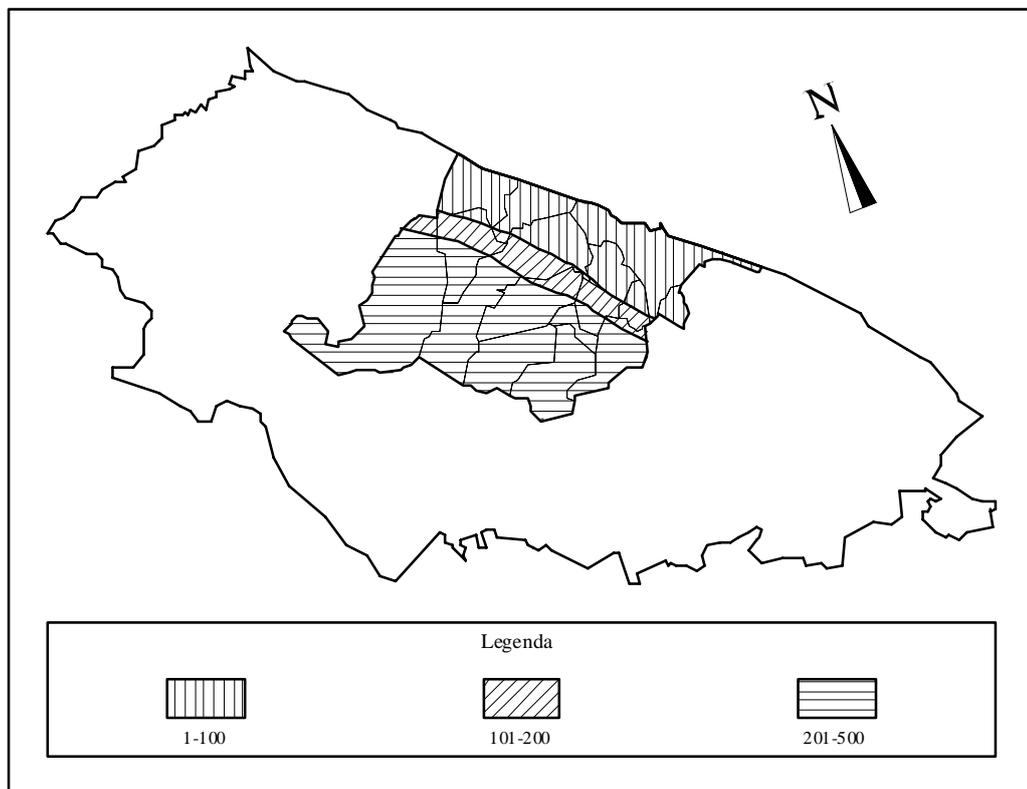
Le caratteristiche del suolo sono fortemente condizionate dalla natura geologica del sottosuolo con cui è a diretto contatto. L'esame e la comparazione di dati ed elementi presenti in letteratura permette di affermare che il suolo dell'area considerata (noto in letteratura come "Terra Rossa") presenta uno spessore variabile da 0.50 m a 2.00 m, risulta costituito da una frazione di scheletro pari a circa il 40%, di limo pari a circa il 25% e di argilla pari a circa il 35%; il pH è generalmente sub-alcino. La composizione delle argille a luoghi è di tipo montmorillonitica. Tale argilla presentano ioni bi o trivalenti sostituite in gran parte con ioni monovalenti (sodio e potassio). Tali sostituzioni comportano una notevole riduzione della capacità di adsorbimento da parte delle micelle argillose. La capacità di adsorbimento del limo è da ritenersi molto scarsa, paragonabile alla sabbia. Per tale suolo, pur essendo ricchi di

argilla, la capacità di assorbimento è da considerare molto scarsa.

### 3.4.5 Aspetti meteo-climatici



*Carta della curva dei punti di uguale piovosità media annua (isoiete) (mm).*



#### *Carta delle fasce altimetriche (m).*

La media della piovosità, così come per tutta la provincia barese, ad eccezione della Murgia, è di circa 550-600 mm di pioggia annua distribuita in 60-70 giornate di pioggia.

L'area geografica considerata è caratterizzata da altitudini che vanno da alcuni metri s.l.m. a pochi chilometri dalla costa, ad oltre 250 metri s.l.m. nelle aree più interne; l'agro di Bitonto va da una decina di metri s.l.m. in prossimità della costa, fino ai 220 metri s.l.m. della contrada Palombaio; Terlizzi ha un'altimetria di 110 metri s.l.m. sulla parte confinante con la zona adriatica (Molfetta) e raggiunge i 200 metri s.l.m. (centro abitato), salendo sino ai 250 metri s.l.m. nella parte confinante con il territorio di Ruvo di Puglia.

Il clima è di tipo temperato mediterraneo, con notevoli escursioni termiche tra le minime invernali, frequentemente al di sotto dello zero nelle aree più interne, e le massime stagionali, con punte estive di oltre 40 gradi all'ombra.

## 4. RISULTATI

Dalla lettura dei dati riportati nella **Tabella 3**, si può notare come in generale la superficie totale messa a disposizione dei 31 frantoi esaminati, destinata allo spargimento delle A.V. risulti adeguata alla corrispondente quantità totale di A.V. prodotta per qualsiasi tipo di impianto considerato (continuo e/o a pressione) ( $36.771/960 \text{ m}^3/\text{ha} = 38 \text{ m}^3/\text{ha}$ ). Pertanto, tale valore risulta nel rispetto dei limiti previsti dall'art. 3 della legge 574/96 ( $50 \text{ m}^3/\text{ha}$  per anno per gli impianti a pressione e  $80 \text{ m}^3/\text{ha}$  per anno per quelli continui).

Se, invece, in particolare, ci soffermiamo sui dati relativi ai singoli frantoi ed ai corrispondenti tipi di impianto, si nota come: per 7 frantoi sui 31 esaminati, (22.6% dei frantoi totale) gli anzidetti limiti non vengono rispettati, nel senso che questi distribuiscono sul terreno una quantità di A.V. superiore ai limiti previsti, con una variazione percentuale della distribuzione rispetto ai limiti di legge che oscilla da +42% a +378%, (nel primo caso sono stati distribuiti sul terreno  $114 \text{ m}^3/\text{ha}$  invece degli  $80 \text{ m}^3/\text{ha}$  previsti per legge, nel secondo caso  $239 \text{ m}^3/\text{ha}$  invece dei  $50 \text{ m}^3/\text{ha}$  previsti); per altri 6 frantoi su 31 (19.4% dei frantoi totali) le superfici previste per lo spargimento, sono appena sufficienti, nel senso che distribuiscono sul terreno una quantità di A.V. prossime al valore limite; mentre i restanti 18 frantoi (58% dei frantoi totali) hanno di gran lunga rispettato i limiti di legge.

Comunque, tali risultati risultano non essere perfettamente attendibili in quanto la quantità di A.V. dichiarata e/o calcolata, scaturisce dal rapporto minimo A.V./olive lavorate ovvero, 80% per i frantoi continui e 50% per quelli tradizionali. In realtà, dai rilievi fatti direttamente negli impianti è stata registrata una produzione di A.V. rispetto alla quantità di olive molite, mai inferiore al 100% della massa di olive lavorate per i frantoi continui, mentre per quelli tradizionali, mai al di sotto del 55%.

Questa situazione è stata riscontrata quasi esclusivamente nei frantoi che, oltre a lavorare il prodotto proprio, lavorano il prodotto per conto terzi, di conseguenza la superficie che essi hanno a disposizione per la distribuzione delle A.V. è insufficiente a realizzare adeguatamente la pratica oggetto di studio. Altro aspetto rilevato, condizionante la pratica dello spargimento dei reflui, riguarda la capacità di stoccaggio temporaneo delle acque di vegetazione in rapporto alla capacità lavorativa giornaliera degli impianti nei periodi di punta.

Infatti, considerando che la capacità delle cisterne di stoccaggio di buona parte dei frantoi considerati si attesta tra i  $40 \text{ m}^3$  e  $50 \text{ m}^3$  e che la quantità di A.V. prodotta in questo arco temporale è particolarmente elevata, ne consegue la necessità da parte dei frantoiani, per non interrompere l'attività lavorativa, che comporterebbe danni economici notevoli, soprattutto per la scarsa qualità del prodotto dovuto a fermentazioni per il prolungamento della sosta del prodotto nell'olivaio, di effettuare svuotamenti quotidiani di queste cisterne e il conseguente

spandimento sul terreno delle A.V. in condizioni non sempre ottimali, quali: giornate particolarmente piovose che, aggiungendosi alle A.V., potrebbero inondare i terreni; terreni gelati a seguito delle basse temperature che sovente si verificano nelle aree più interne durante la campagna lavorativa (novembre-gennaio). Inoltre, quando le superfici a disposizione sono limitate, lo spandimento viene necessariamente effettuato senza rispettare gli opportuni turni di spandimento per uno stesso terreno (6-12 giorni), necessari questi a garantire l'assorbimento stesso e al rispetto dei limiti massimi di spandimento previsti dalla legge 574/96. È ovvio che, in questo caso, il carico inquinante potrebbe raggiungere livelli preoccupanti per la falda acquifera e si potrebbero verificare alterazioni delle caratteristiche chimico-fisiche e microbiologiche del terreno come:

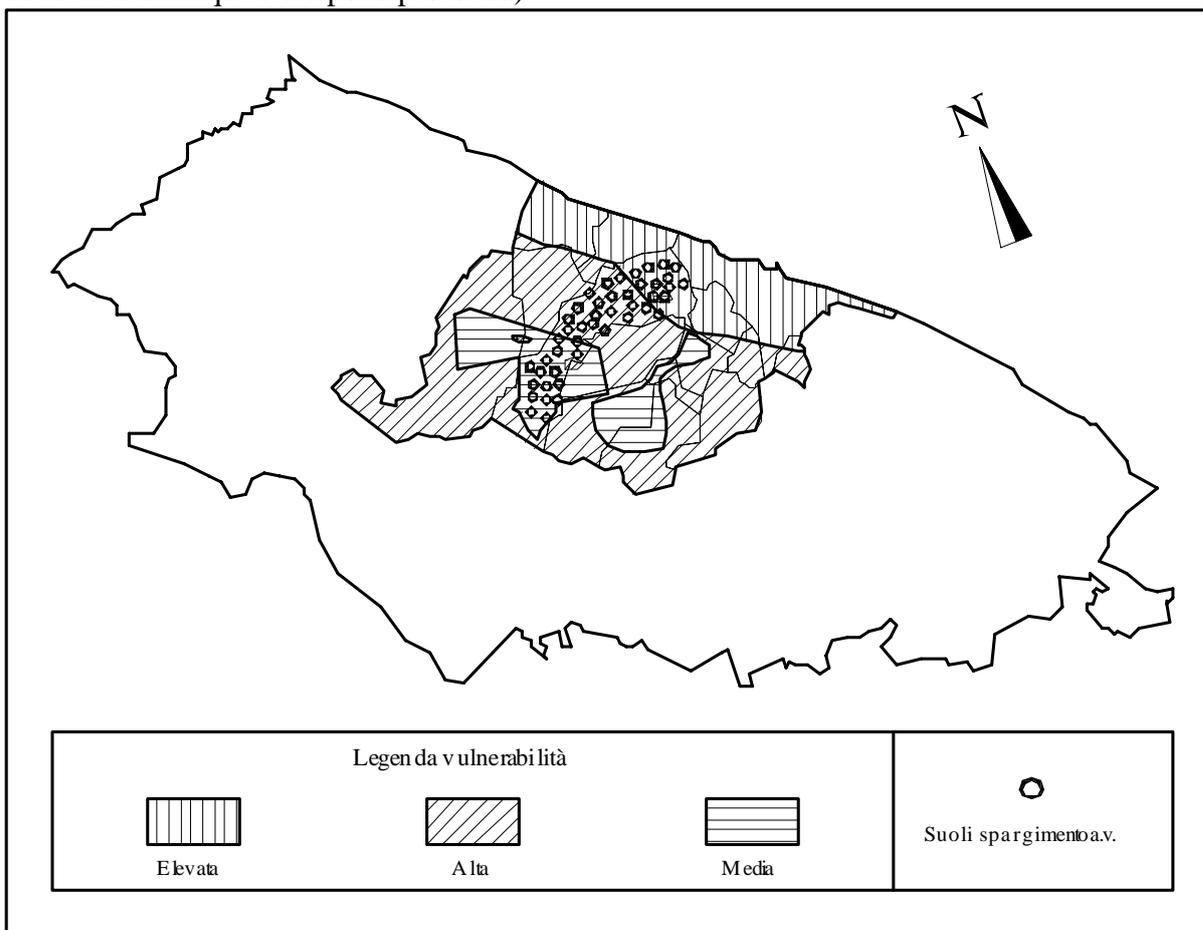
- diminuzione della fertilità agronomica del terreno dovuta ad un eventuale eccessivo accumulo della frazione lipidica;
- riduzione della capacità di depurazione della flora batterica dovuta all'azione di inibizione enzimatica di alcuni composti (tannini);
- diminuzione della porosità e della stabilità degli aggregati, dovuta rispettivamente alla distribuzione di quantità elevate di A.V. per unità di superficie e in terreni con incipienti caratteri di sodicizzazione.

Nell'ambito delle macchine impiegate per la distribuzione sul terreno, sulla base dei dati riportati in letteratura e dalle indagini effettuate in campo, ne consegue che la maggior parte di queste macchine non è adeguata a svolgere la specifica funzione, specialmente nel periodo autunno-inverno, molto piovoso in Puglia, in quanto incompatibili con le caratteristiche fisico-meccaniche di un terreno ben strutturato e con le colture arboree su esso presenti, in cui deve avvenire lo spargimento. Infatti, nel caso in cui tale operazione viene affidata a Ditte specializzate nello smaltimento di reflui civili, queste impiegano le stesse macchine che utilizzano per uso civile e cioè gli autospurghi, camions che essendo di grosse dimensioni, di notevole massa ed ingombranti, hanno difficoltà ad avanzare sul terreno e tra le piante sia per i non adeguati sestri di impianto talora presenti sia per la scarsa aderenza sul terreno e, pertanto, tendono a slittare e/o a impantanarsi, alterando notevolmente la struttura del terreno che per essere ripristinata richiede più interventi successivi di lavorazione del terreno.

Una situazione analoga si è registrata anche per le cisterne montate su rimorchi trainati da trattori o camions. In entrambi i casi, quindi, la distribuzione non solo non viene realizzata in modo uniforme, dovuto al fatto che la notevole umidità del terreno non permette all'accoppiamento motrice-operatrice di procedere a moto uniforme, ma, in alcuni casi, l'operatore è obbligato ad effettuare lo svuotamento delle cisterne da postazione fissa, in genere alle capezzagne, realizzando, così, una distribuzione discontinua. In genere, possiamo affermare che tali mezzi, oltre che ad apportare conseguenze negative sulla struttura del terreno, alla falda e alle caratteristiche chimico-fisico-meccaniche anzi dette, possono danneggiare le piante (es. rami spezzati, scortecciamento ecc.). Inoltre, a seconda del dispositivo preposto alla distribuzione, talvolta può verificarsi un inquinamento olfattivo che si ripercuote talvolta nei centri abitati in giornate particolarmente ventose. Per quanto riguarda le caratteristiche ambientali, gli aspetti rilevati che maggiormente condizionano la pratica dello spargimento e che, al tempo stesso, possono essere condizionati da detta pratica sono: la vulnerabilità della falda acquifera; le caratteristiche pedologiche; le pendenze, la piovosità e le temperature piuttosto rigide (-4,2 C°).

Dalla lettura della carta della vulnerabilità della falda si nota come i siti di ricezione delle A.V sono dislocati su tutto il territorio oggetto della ricerca e che una buona parte di essi ricade sia nell'area in cui la vulnerabilità della falda è *elevata*, (nei pressi della costa dove il livello della falda acquifera è superficiale, e sia nell'area in cui la vulnerabilità è *alta* e cioè

dove la falda acquifera è poco profonda).



*Carta della vulnerabilità della falda con indicazione dei siti per lo spargimento delle A.V.*

In entrambi i casi, la probabilità che la falda venga ad essere inquinata, in particolare dagli elevati valori di BOD<sub>5</sub> e COD, caratterizzanti queste acque, è di per se elevata. Il pericolo può diventare estremamente elevato quando si effettua lo spargimento in modo non uniforme e/o senza rispettare gli opportuni turni di spandimento per uno stesso terreno (6-12 giorni) e quando questa operazione supera i limiti massimi spandibili e/o in condizioni climatiche avverse.

Altro aspetto rilevato nel presente studio è rappresentato dalle caratteristiche della zona esaminata, costituita da argille aventi scarsa capacità di assorbimento. Ciò contribuisce a determinare il fenomeno del ruscellamento con conseguente erosione superficiale e inquinamento della falda acquifera, per forte incremento della concentrazione di A.V. per unità di superficie, a valle dei terreni declivi e in prossimità di lame.

## 5. CONCLUSIONI

In conclusione, dalla ricerca svolta si può affermare che lo smaltimento dei reflui derivanti dalla industria olearia è un problema particolarmente sentito in quelle aree geografiche ad elevata vocazione olivicola come la Regione Puglia, dove circa 1200 frantoi (22% dei frantoi totali presenti in Italia), producono il 40% dell'olio di oliva prodotto in Italia.

L'evoluzione tecnologia degli impianti per la lavorazione delle olive, se da un lato ha

portato ad un miglioramento di alcune caratteristiche qualitative degli oli, dall'altro ha accentuato i problemi legati allo smaltimento delle A.V. (vedi per esempio l'introduzione degli impianti continui a tre fasi). Le problematiche legate alla pratica dello smaltimento delle acque reflue sono di natura strutturale ed economiche.

Nell'ambito di quelle strutturali è stato rilevato: la scarsa disponibilità di superfici da destinare allo spargimento rispetto ai reflui prodotti, per i frantoi che lavorano buona parte delle olive per conto terzi; la limitata capacità di stoccaggio temporaneo nei frantoi, inadeguata al corretto svolgimento della pratica di spargimento sui terreni e infine l'inadeguatezza delle attrezzature e delle modalità di distribuzione.

Le problematiche di natura economica, invece, sono riconducibili alla eccessiva frammentazione produttiva dei frantoi presenti nella zona oggetto di studio, in quanto la maggior parte di quelli considerati sono di piccola e media capacità lavorativa a conduzione familiare e ciò non ha permesso agli operatori di effettuare investimenti necessari a risolvere le problematiche strutturali anzidette.

Ne consegue quindi la necessità di individuare nell'ambito della pratica di spargimento criteri operativi che tengano conto delle indicazioni emerse nel presente lavoro e/o sistemi alternativi di smaltimento (es. compostaggio) che tengano conto del tessuto socio-economico del comparto oleario della zona considerata.

In definitiva, se da un lato le acque di vegetazione contribuiscono ad apportare elementi nutritivi in sostituzione della fertilizzazione classica, per la presenza di elementi nutritivi, dall'altro, rappresentano un potenziale pericolo di inquinamento ambientale, di alterazione delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno e di fitotossicità per le colture erbacee.

Comunque, occorrerebbe estendere tale ricerca, in maniera da poter fornire, in via definitiva, indicazioni sui criteri strutturali, economici e sociali, in modo da rendere tale attività sicura e confortevole.

## **Bibliografia**

- Della Monica M., Potenz D., Rigetti E., Volpicella M.: (Nota 1) – Inquinamento, 10, 81-87 (1978).
- Della Monica M., Potenz D., Rigetti E., Volpicella M.: (Nota 2) – Inquinamento, 1, 27-30 (1979).
- Della Monica M., Potenz D., Rigetti E., Volpicella M.: (Nota 3) – Inquinamento, 2, 65-68 (1980).
- Balice V., Boari G., Cera O., Abbaticchio P.: Indagine analitica sulle acque di vegetazione (Nota 1) – Inquinamento, 7-8, 49-53 (1982).
- Catalano M., Gomes T., De Felice M., De Leonardis T.: Smaltimento delle acque di vegetazione dei frantoi oleari. Quali alternative alla depurazione? - Inquinamento, 2, 87-90 (1985).
- Potenz D., Rigetti E., Pellettieri A., Girardi F., Antonacci P., Calianno L. A., Pergolese G. : Evoluzione della fitotossicità in un terreno trattato con acque reflue di frantoi oleari (Nota 1) – Inquinamento, 4, 49-54 (1985).
- Potenz D., Rigetti E., Pellettieri A., Girardi F., Antonacci P., Calianno L. A., Pergolese G.: Evoluzione della fitotossicità in un terreno trattato con acque reflue di frantoi oleari (Nota 2) – Inquinamento, 5, 49-55 (1985).
- AA.VV.: Atti del convegno: criteri e limiti per il controllo dell'inquinamento delle acque

- (dieci anni di esperienze) – CNR-IRSA, Quaderni, 75 (1987).
- Amirante P., Di Renzo G.C., Di Giovacchino L., Bianchi B., Catalano P.: Evoluzione tecnologica degli impianti di estrazione dell'olio di oliva. – *Olivae*, 48, 43-53 (1993).
- Amirante R., Montel G.L.: Compostaggio dei sottoprodotti dell'estrazione olearia: aspetti legislativi, tecnologici e risultati sperimentali. *Ecolive I giornata mediterranea dell'olivo biologico*, Puete di Génave, Sierra de Segura Jaén, Spagna 14-16 novembre 1997
- Amirante P., Montel G.L.: Olio di oliva da agricoltura biologica: Ottimizzazione del processo di estrazione e reimpiego dei sottoprodotti. *Tecnologie ed impianti per il compostaggio. Ecolive II giornata mediterranea dell'olivo biologico*, Puete di Génave, Sierra de Segura Jaén, Spagna 11-15 novembre 1998
- Giasi C.I., Santoro F., Barbanente M. Proposta di cartografia di sensibilità alla desertificazione – AIIA 2001. *Ingegneria agraria per lo sviluppo dei paesi del mediterraneo*, Vieste (Fg), 11-14 settembre 2001.
- Amirante P., Leone A., Tamborrino A.: Impianti per il compostaggio delle sanse: risultati sperimentali ed evoluzione industriale – Progetto di ricerca “Riciclo del sistema agricolo-industriale” sottoprogetto “Reflui oleari”, CNR-MURST. Incontro di studio: Giornate dimostrative e di presentazione dei risultati delle prove di campo delle macchine per la distribuzione dei reflui oleari e per il compostaggio, Lecce 10-11 maggio 2002