

# Bioenergie

**[e agricoltura]**

PRIMO PIANO

SPALMA-INCENTIVI  
E STOP AI PREZZI  
MINIMI GARANTITI

ESTERI

BIOMETANO,  
I PAESI BASSI PREMIANO  
L'IMMISSIONE IN RETE

SPECIALE

## Biomasse - Biogas



DIRETTORE RESPONSABILE: Beatrice Tosi

REDAZIONE: Francesco Bartolozzi, Dulcinea Bignami,  
Gianni Gnudi (capo redattore), Alessandro Maresca,  
Giorgio Setti (capo redattore), Lorenzo Tosi

SEGRETERIA DI REDAZIONE:  
Tel. 051/6575857 - Fax: +39 051 6575 856  
Piazza Galileo, 6 - 40123 BOLOGNA  
redazione.edagricole@isole24ore.com

UFFICIO GRAFICO: Emmeji Group Srl  
PROGETTO GRAFICO: Cinzia Leone

PROPRIETARIO ED EDITORE: Il Sole 24 ORE S.p.a.  
SEDE LEGALE: Via Monte Rosa, 91 - 20149 Milano

PRESIDENTE: Benito Benedini  
AMMINISTRATORE DELEGATO: Donatella Treu

GRUPPO 24 ORE



SEDE OPERATIVA:  
Via Pisacane, 1 - 20016 Pero - MI  
Tel. +39 02 3964.61

UFFICIO PUBBLICITÀ:  
Tel. +39 051 6575.822 - Fax: +39 051 6575.853  
publicita.agricola@isole24ore.com

UFFICIO TRAFFICO:  
Tel. +39 051 6575.842  
impianti.editoriali@isole24ore.com  
Piazza Galileo, 6 - 40123 Bologna

STAMPA: Arti Grafiche Bocca SpA  
via Tiberio Claudio Felice, 7  
84131 SALERNO

SERVIZIO CLIENTI:  
email servizioclienti.periodici@isole24ore.com  
www.shopping24.it

Tel: +39 02 062022.5630 - Fax: +39 051-6575900  
Abbonamento annuo: Euro 99,00  
Arretrati (disponibili i sei mesi precedenti): Euro 3,96  
Estero: Abbonamento annuo prioritaria: Euro 305,00  
Conto corrente postale n. 13951488 intestato a:  
Il Sole 24 ORE S.p.A. L'abbonamento avrà inizio  
dal primo numero raggiungibile

Registrazione Tribunale di Bologna  
n. 4272 del 7/04/1973  
ROC "Poste Italiane Spa - sped. A.P. - DL 353/2003 conv.  
L. 46/2004, art.1c.1-DCB Milano"  
ROC n. 6553 del 10 dicembre 2001  
ISSN 0040-3776

Associato a:

**A.N.E.S.**  
ASSOCIAZIONE NAZIONALE  
EDITORIA PERIODICA SPECIALIZZATA



ed è membro italiano di EUROPARM,  
l'associazione dei più importanti giornali  
periodici agricoli europei

Informativa ex D. Lgs. 196/2003 (tutela della privacy).

Il Sole 24 ORE S.p.A., titolare del trattamento, tratta, con modalità  
concesse ai fini, i Suoi dati personali, liberamente conferiti al  
momento della sottoscrizione dell'abbonamento ed acquisiti da  
elencati contenenti dati personali relativi allo svolgimento di attività  
economiche ed equiparate, per i quali si applica l'art. 24, comma 1,  
lett. d) del D. Lgs. 196/2003, per inviarLe la rivista in abbonamento  
ed in omaggio.

Il Responsabile del trattamento è il responsabile IT, cui può  
rivolgersi per esercitare i diritti dell'art. 7 D. Lgs. 196/2003  
(accesso, correzione, cancellazione, ecc) e per conoscere l'elenco  
di tutti i Responsabili del Trattamento. I Suoi dati potranno  
essere trattati da incaricati preposti agli ordini, al marketing, al  
servizio clienti e all'amministrazione e potranno essere comunicati  
alle società del Gruppo 24 ORE per il perseguimento delle  
medesime finalità della raccolta, a società esterne per la spedizione  
della Rivista e per l'invio di nostro materiale promozionale.  
Il Responsabile del trattamento dei dati personali raccolti in banche  
dati di uso redazionale è il Direttore Responsabile a cui, presso il  
coordinamento delle segreterie redazionali (fax 051/6575856), gli  
interessati potranno rivolgersi per esercitare i diritti previsti dall'art.  
7, D. Lgs. 193/2003.

Gli articoli e le fotografie, anche se non pubblicati, non si restituiscono.  
Tutti i diritti sono riservati; nessuna parte di questa pubblicazione può  
essere riprodotta, memorizzata o trasmessa in nessun modo o forma,  
sia essa elettronica, elettrostatica, fotocopia, fotocolor, senza il permesso  
scritto dall'editore.

Annuncio ai sensi dell'art. 2, comma 2 del "Codice di deontologia  
relativo al trattamento dei dati personali nell'esercizio della  
attività giornalistica".

La società Il Sole 24 ORE S.p.a., editore della rivista, rende  
noto al pubblico che esistono banche-dati ad uso redazionale  
nelle quali sono raccolti dati personali. Il luogo dove è possibile  
esercitare i diritti previsti dal D. Lgs. 196/03 è l'ufficio del  
Responsabile del Trattamento dei dati personali, presso il  
coordinamento delle segreterie redazionali (fax 051/6575856).

## [ POST-INCENTIVI ]

PAGINA 2



## [ BIOMASSE-BIOGAS ]

PAGINA 18



## [ CIPPATO DA FRUTTETI ]

PAGINA 46



## [ PRIMO PIANO ]

Incentivi spalmati su 7 anni e stop ai prezzi minimi garantiti di TOMMASO BARBETTI E ANDREA MARCHISIO PAG. 2

## [ ATTUALITÀ ]

Cardo selvatico, canapa e falso lino. Opportunità per la chimica verde di MARIELLA CARUSO PAG. 4

Viaggiare a biometano è realtà di GUIDO BEZZI ET AL. PAG. 6

Minieolico e microidroelettrico, modello integrato con il territorio di GIUSEPPE FRANCESCO SPORTELLI PAG. 9

## [ ESTERI ]

Paesi Bassi, incentivi al biometano solo se immesso nella rete di LORENZO MAGGIORI PAG. 13

## [ SPECIALE BIOMASSE - BIOGAS ]

A Fieragricola il punto sulle "energie verdi" di ALESSANDRA SGARBOSSA PAG. 18

Con l'erbaio di orzo e triticale bilancio energetico favorevole di GIUSEPPE FRANCESCO SPORTELLI PAG. 21

Integrare mais con sorgo garantisce la sostenibilità di FRANCO CIONI, MASSIMO ZAVANELLA, GIUSEPPE CIUFFREDA PAG. 26

Gestire la sicurezza nella fase di cantiere di ALBERTO BERTINI PAG. 30

Monitoraggio costante alla base dell'efficienza di JACOPO BACENETTI ET AL. PAG. 34

Sansa, valida alternativa per produrre biogas di PAOLO MANTOVI, CLAUDIO FABBRI, MARIANGELA SOLDANO PAG. 38

## [ TECNICA E TECNOLOGIA ]

Scegliere la biomassa da tagliare è fondamentale nei diradamenti di RODOLFO PICCHIO ET AL. PAG. 42

Dai frutteti cippato "competitivo" rispetto ai valori di mercato di GIANNI PICCHI ET AL. PAG. 46

## [ IL CASO ]

Dal digestato interrato tra le file tutti gli elementi nutritivi necessari di OTTAVIO REPETTI PAG. 52

## [ INFORMAZIONI DALLE IMPRESE ]

PAG. 55

La foto di copertina è di "IES Biogas".

Coordinamento di Dulcinea Bignami

# Monitoraggio costante alla base dell'efficienza

[ DI JACOPO BACENETTI\*, MARCO NEGRI\*,  
PIERCARLO CANTARELLA\*\*, MARCO FIALA\* ]

**P**er quanto riguarda la filiera della digestione anaerobica (DA), la recente rivisitazione degli incentivi previsti per la generazione di energia elettrica (EE) da fonte rinnovabile (Dm. 6 Luglio 2012) ha sicuramente spostato l'interesse verso impianti di piccola taglia (Potenza elettrica inferiore a 300 kW) alimentati prevalentemente con sottoprodotti (reflui zootecnici e/o residui agro-industriali). Ciononostante è opportuno ricordare che gran parte degli impianti di DA oggi in funzione sono stati concepiti alla luce di un meccanismo incentivante precedente: il 65% dei circa 1.000 impianti presenti al 31 dicembre 2012 hanno una potenza elettrica superiore a 500 kW e sono alimentati prevalentemente con colture dedicate (principalmente insilati mais e di cereali autunno-vernini - triticale e frumento in prevalenza). Tali impianti cui è riconosciuta la tariffa omnicomprensiva - garantita per 20 anni - resteranno in funzione nei prossimi anni e continueranno a generare una quota preponderante dell'EE prodotta attraverso la filiera della DA. Alla luce di quanto appena detto appare evidente come l'ottimizzazione delle prestazioni di questi impianti rappresenti ancora un aspetto di cruciale importanza. La riduzione degli autoconsumi elettrici, il corretto sfruttamento del potenziale produttivo delle biomasse utilizzate, la riduzione dei tempi di torcia e dei fermi motore sono problemati-

Uno strumento  
di raccolta  
di informazioni  
necessarie per  
il miglioramento  
delle performance  
del digestore

che che incidono non solo sul raggiungimento di risultati economici soddisfacenti ma hanno anche un forte impatto sulla sostenibilità ambientale della filiera.

In questo contesto un accurato monitoraggio dell'impianto, sia sotto un profilo biologico che impiantistico, rappresenta un passaggio fondamentale in grado di confermare il corretto funzionamento dell'impianto stesso ma soprattutto un utile strumento di raccolta di informazioni necessarie per un miglioramento delle sue performance. In questo contributo vengono presentati i risultati dell'attività di monitoraggio svolta da maggio 2012 a ottobre 2013 su un impianto di DA caratterizzato da una potenza elettrica di 999 kW.

## [ DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto oggetto di studio è localizzato Area Nord-Ovest. Il processo di DA è mesofilo, monostadio (idrolisi e acetogenesi avvengono insieme alla metanogenesi), e ha luogo in due digestori cilindrici completamente miscelati (diametro  $\varnothing = 26$  m, altezza = 6 m per un volume di 2.540 m<sup>3</sup> per digestore) dotati entrambi di cupola gasometrica. Il biogas prodotto è utilizzato, dopo essere stato desolfurato e deumidificato, in un cogeneratore caratterizzato da una potenza elettrica massima di 999 kW (rendimento elettrico del 40,9%). All'interno dei digestori il livello di solidi totali (ST) varia tra il 7 e il 9% ed è mantenuto alla concentrazione ottimale

utilizzando liquami zootecnici, acqua di pozzo o, più frequentemente, la frazione liquida derivante dalla separazione del digestato.

L'impianto opera in codigestione ed è alimentato con insilati, stoccati nelle trincee presenti in prossimità dell'impianto, e sottoprodotti agricoli (liquami e pollina) e agroindustriali (pane, corn gluten ecc.). Il trinciato è prodotto acquistando biomassa in prossimità dell'impianto (distanza massi-

[ L'impianto è stato monitorato **quotidianamente** per un anno.





Oltre al mais molte **altre matrici** sono impiegate nel digestore.

ma = 5 km). Oltre agli insilati vengono utilizzati reflui zootecnici e residui agro-industriali principalmente in funzione della loro disponibilità e del loro prezzo sul mercato.

#### MONITORAGGIO

L'impianto di DA è stato monitorato giornalmente per 12 mesi, a partire dal maggio 2012 ad aprile 2013. Durante questo periodo sono state raccolte quotidianamente informazioni relative a:

- i) quantità di biomassa utilizzata (t/giorno);
- ii) carico organico volumetrico ( $\text{kg}_{\text{sv}}/\text{m}^3\cdot\text{giorno}$ );
- iii) temperature all'interno dei digestori ( $^{\circ}\text{C}$ );
- iv) produzione ( $\text{m}^3_{\text{N}}/\text{giorno}$ ) e composizione del biogas (%  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$  e ppm  $\text{H}_2\text{S}$ );
- v) produzione di lorda energia elettrica, autoconsumi elettrici e elettricità netta (kWh/giorno).

Ogni mese sono invece state misurate attraverso analisi di laboratorio la percentuale di solidi totali, i solidi volatili e il livello degli acidi grassi volatili nei due digestori. Specifici test di laboratorio sono stati poi effettuati su tutte le biomasse utilizzate per poter determinare le loro caratteristiche (% solidi totali e solidi volatili) e la loro produzione specifica in biogas ( $\text{m}^3$  di biogas/ $\text{t}_{\text{sv}}$ ).

#### STIMA DELL'EFFICIENZA

La verifica dell'efficienza dell'impianto è stata fatta confrontando la produzione di biogas misurata con la produzione di biogas attesa in base alle matrici in ingresso al digestore. Se il volume di biogas potenzialmente atteso in base alle biomasse introdotte nei digestori ( $V_{\text{BG\_POT}}$ ;  $\text{m}^3_{\text{N}}/\text{anno}$ ) è inferiore al volume di biogas misurato ( $V_{\text{BG}}$ ;  $\text{m}^3_{\text{N}}/\text{anno}$ ) la digestione anaerobica delle matrici avviene in modo sub-ottimale e parte del biogas potenzialmente ottenibile non viene prodotto. Quanto più la produzione misurata si avvicina alla produzione attesa tanto più lo sfruttamento delle matrici introdotte nei digestori si avvicina al massimo.

Analiticamente:

$$V_{\text{BG\_POT}} = \sum P_{\text{BG\_BM}^i}$$

$$P_{\text{BG\_BM}^i} = \sum m_{\text{BM}^i} \cdot PS_{\text{BM}^i}$$

dove:

$m_{\text{BM}^i}$  = massa della biomassa  $i$  introdotta nel digestore ( $\text{t}_{\text{iq}}/\text{anno}$ )

$PS_{\text{BM}^i}$  = produzione specifica di biogas per la biomassa  $i$  ( $\text{m}^3_{\text{N}}/\text{t}_{\text{iq}}$ ) (valore misurato in laboratorio).

# DA PIÙ DI 50 ANNI LEADER DELLA ESSICCAZIONE

## IMPIANTI DI ESSICCAZIONE PER DIGESTATO LIQUIDO O SOLIDO E BIOMASSE CON RECUPERO ENERGIA TERMICA DA COGENERATORI



**SCOLARI**

DRYING AND COMPOSTING PLANTS

**SCOLARI s.r.l.**

25035 OSPITALETTO (BS) Italy

via Padana Superiore, 178

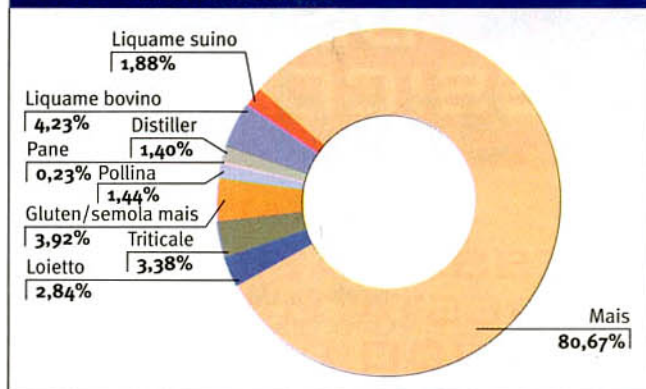
tel. +39 030 6848012

fax +39 030 6848032

info@scolarisrl.com

www.scolarisrl.com

**FIG. 1 – RIPARTIZIONE DELL'ALIMENTAZIONE TRA LE DIVERSE MATRICI**



In tabella sono riportati i risultati delle analisi di laboratorio relativamente alla caratterizzazione delle biomasse e le quantità utilizzate nel corso del periodo di monitoraggio con il loro contributo alla produzione totale del biogas.

#### LA BIOMASSA VARIA CON LA STAGIONE

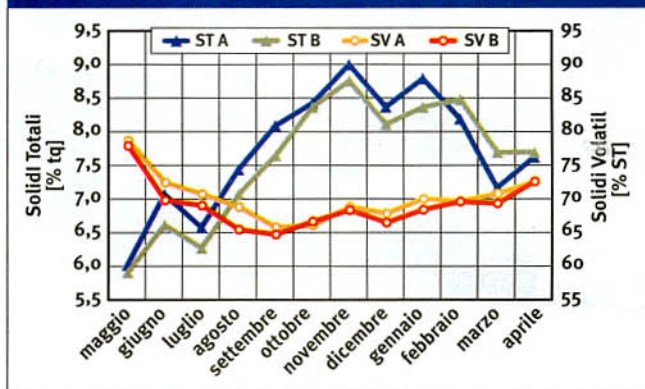
Relativamente alle produzioni specifiche delle diverse matrici si può notare come quelle dei sottoprodotti e residui agroindustriali sia fortemente variabile a seconda della loro composizione mentre per gli insilati di cereali i valori siano più uniformi. Gli insilati sono di gran lunga la principale biomassa utilizzata e tra queste l'insilato di mais è sicuramente la più importante arrivando a rappresentare da solo circa l'80% della massa introdotta nei digestori e producendo circa l'85% del biogas (figura 1). I liquami, invece, rappresentano circa il 6% della biomassa introdotta ma producono meno dell'1% del biogas. I residui agro-industriali rappresentano una piccola quota della massa introdotta ma il loro contributo alla produzione di biogas è più che proporzionale.

Il monitoraggio, relativamente all'alimentazione, ha evidenziato come nel corso dell'anno, vi siano forti variazioni per quanto riguarda l'impiego delle diverse matrici a eccezione che per l'insilato di mais che viene utilizzato continuamente (solo per 6 giorni nel mese di luglio non è stato alimentato). Soprattutto per quanto riguarda i sottoprodotti agro-alimentari (pane scaduto, corn gluten e semola) l'impiego è discontinuo e dipende sostanzialmente dalla loro disponibilità sul mercato oltre che dal loro costo.

Per il mantenimento del livello di solidi totali nei digestori viene utilizzato prevalentemente il separato liquido derivante dalla separazione del digestato. Ogni anno per la diluizione sono utilizzate 6.300 t circa di separato liquido e 1.250 t di acqua. Ogni giorno inoltre circa 165 tonnellate di substrato vengono fatte ricircolare tra i due digestori, considerando che non sempre tutte le matrici sono introdotte in entrambi i digestori ciò permette di uniformare l'alimentazione. Il carico organico medio è di 3,3 kg<sub>SV</sub>/m<sup>3</sup>. giorno.

In figura 2 sono riportati i risultati delle analisi mensili relative al contenuto di solidi totali (ST) e solidi volatili (SV) nei due digestori (A e B). Nel corso dell'anno la percentuale di ST presenta forti variazioni (tra il 6 e il 9%) mentre i solidi volatili presentano variazioni più modeste (tra giugno e marzo sono sempre compresi tra il 65 e l'85% dei solidi totali).

**FIG. 2 – ANDAMENTO DEL LIVELLO DI SOLIDI TOTALI E SOLIDI VOLATILI NEI DIGESTORI**



I valori massimi ottimali di ST di questa tipologia di impianto sono del 9-9,5% e vengono mantenuti somministrando, quando necessario, acqua all'impianto. Superati tali valori si possono verificare problemi dovuti alla non corretta miscelazione come: formazione di deposito sul fondo, galleggiamenti della biomassa solida, rallentamento dell'emissione del biogas dalla massa liquida in fermentazione, incremento dei consumi per la miscelazione e maggior usura dei componenti meccanici. Le variazioni osservate sono dovute all'eterogeneità delle matrici impiegate per l'alimentazione, infatti, al fine di mantenere costante la produzione di energia, qualora nella razione si introducano biomasse con densità energetica minore, diventa necessario incrementarne la dose e di conseguenza la massa di ST. Questa condizione si presenta ordinariamente per motivi stagionali e di disponibilità di biomasse diverse, come l'introduzione nella razione di insilato di colture autunno vernine a spese dell'insilato di mais che generalmente, presenta una produzione specifica di biogas superiore.

Nel periodo monitorato le temperature all'interno dei due digestori mostrano piccole variazioni. Da ottobre ad aprile sono comprese tra 39 °C e 40 °C. È però interessante sottolineare come, nei mesi tardo primaverili-estivi, nonostante lo spegnimento del sistema di riscaldamento, la temperatura nei digestori aumenti fino a raggiungere i 43,7 °C rilevati a settembre.

Considerando i valori riportati in tabella la produzione potenziale di biogas ( $V_{BG\_POT}$ ) è uguale a 4.300.100 m<sup>3</sup><sub>N</sub>/anno. La produzione di biogas misurata ( $V_{BG}$ ) è di 3.946.311 m<sup>3</sup><sub>N</sub>/anno (con un volume giornaliero medio di 10.782 m<sup>3</sup><sub>N</sub>) e rappresenta il 92% di quella potenziale. Il biogas ha un contenuto medio di metano del 52,51% e presenta, conseguentemente, un Potere Calorifico Inferiore (PCI) di 5,13 kWh/m<sup>3</sup><sub>N</sub>. Nel corso del monitoraggio il CHP ha prodotto 8.379 MWh di EE (con una media giornaliera di 22,89 MWh). L'autoconsumo elettrico (per il funzionamento di pompe, miscelatori, coclee per il caricamento della biomassa, gruppo frigorifero per la refrigerazione del biogas, ecc.) è stato pari a 653 MWh (in media 1.784 kWh al giorno) pari al 7,79% dell'EE prodotta. L'energia elettrica netta è stata quindi di 7.726 MWh.

#### I RISULTATI POSSONO ANCORA MIGLIORARE

Anche se la recente rivisitazione dei meccanismi di incentivazione ha spostato l'interesse verso impianti di medio-piccola taglia

(<300 kW) gli impianti più grossi, entrati in funzione prima del 2013, allo stato attuale sono in maggioranza e continueranno a operare anche nei prossimi anni. Pertanto, la verifica dell'efficienza del processo di digestione anaerobica in questi impianti rappresenta un aspetto importante indispensabile per un'ulteriore ottimizzazione della filiera e un conseguente miglioramento delle sue prestazioni sia economiche che ambientali.

Nell'impianto oggetto di analisi il monitoraggio condotto ha evidenziato che sebbene l'alimentazione dei digestori sia soddisfatta in gran parte a mais, nel corso dell'anno, numerose altre matrici vengano utilizzate per la codigestione. Per quanto riguarda invece l'efficienza del processo di digestione, i risultati ottenuti, seppur buoni, evidenziano ulteriori margini di miglioramento. ■

*"Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali - Produzione, Territorio, Agroenergia, Università degli Studi di Milano. Via G. Celoria 2 - Milano*

### MONITORAGGIO ALIMENTAZIONE E PRODUZIONE BIOGAS

BIOMASSA	MASSA (T <sub>TO</sub> )	QUOTA (%)	TS (% <sub>TO</sub> )	SV (% <sub>ST</sub> )	PS <sub>BMI</sub> (M <sup>3</sup> <sub>N</sub> /T <sub>SV</sub> )	P <sub>BG</sub> (M <sup>3</sup> <sub>N</sub> /ANNO)
Insilato di mais	16.575	80,67	33,8	93,5	671,3	3.440.944
Loietto	584	2,84	28,7	90,5	553,3	323.001
Insilato di triticale	695	3,38	30,1	92,5	589,2	113.845
Corn gluten	806	3,92	42,5	80,2	549,3	255.885
Pollina	296	1,44	49,9	80,8	332,4	65.578
Pane	47	0,23	90	96,8	455,3	28.999
Distiller	288	1,40	28,9	90,1	931,2	46.882
Liquame bovino	870	4,23	8,1	84,4	712,7	19.519
Liquame suino	387	1,88	3,7	83,6	625,5	5.446

*\*\*Dottore Agronomo, Corso d'Adda 33, Vercelli*

#### Ringraziamenti

Il presente contributo è realizzato con il contributo di Regione Lombardia: Fondo per la Promozione di Accordi Istituzionali "Progetto Biogesteca 15083/RCC".

Si ringrazia inoltre Regione Lombardia e il FSE che hanno finanziato, attraverso il "Progetto Dote Ricerca", un assegno di ricerca rivolto alla valutazione economica, energetica e ambientale delle principali filiere agro-energetiche italiane.

## MANUALI

GIULIA TAMAI

### Catalogo dei Cloni

Varietà di uva da vino

Codice: 5300  
Formato: 17 x 24  
Pagine: 152  
Prezzo € 9,00  
anziché € 10,00



Sconto del 10%

edagricole

Acquisti online sul sito

[www.agricoltura24.com](http://www.agricoltura24.com)

**CARAVAGGI**  
MACCHINE INDUSTRIALI

**MOLINO per CEREALI**  
**Altissima**  
**Produzione**  
**con BASSE POTENZE**

BRESCIA - Pontoglio  
Tel. 030 7470464  
Cell. 335 5938728  
[www.caravaggi.com](http://www.caravaggi.com)