



# Produzione di energia rinnovabile da residui e sottoprodotti delle colture cerealicole e dell'industria molitoria

**Vito Pignatelli, Vincenzo Alfano**  
**ENEA, Unità Tecnica Fonti Rinnovabili**

**Congresso European Flour Millers 2012**

*"Adattare i nuovi cambiamenti al mercato europeo"*

**Roma, 4 maggio 2012**

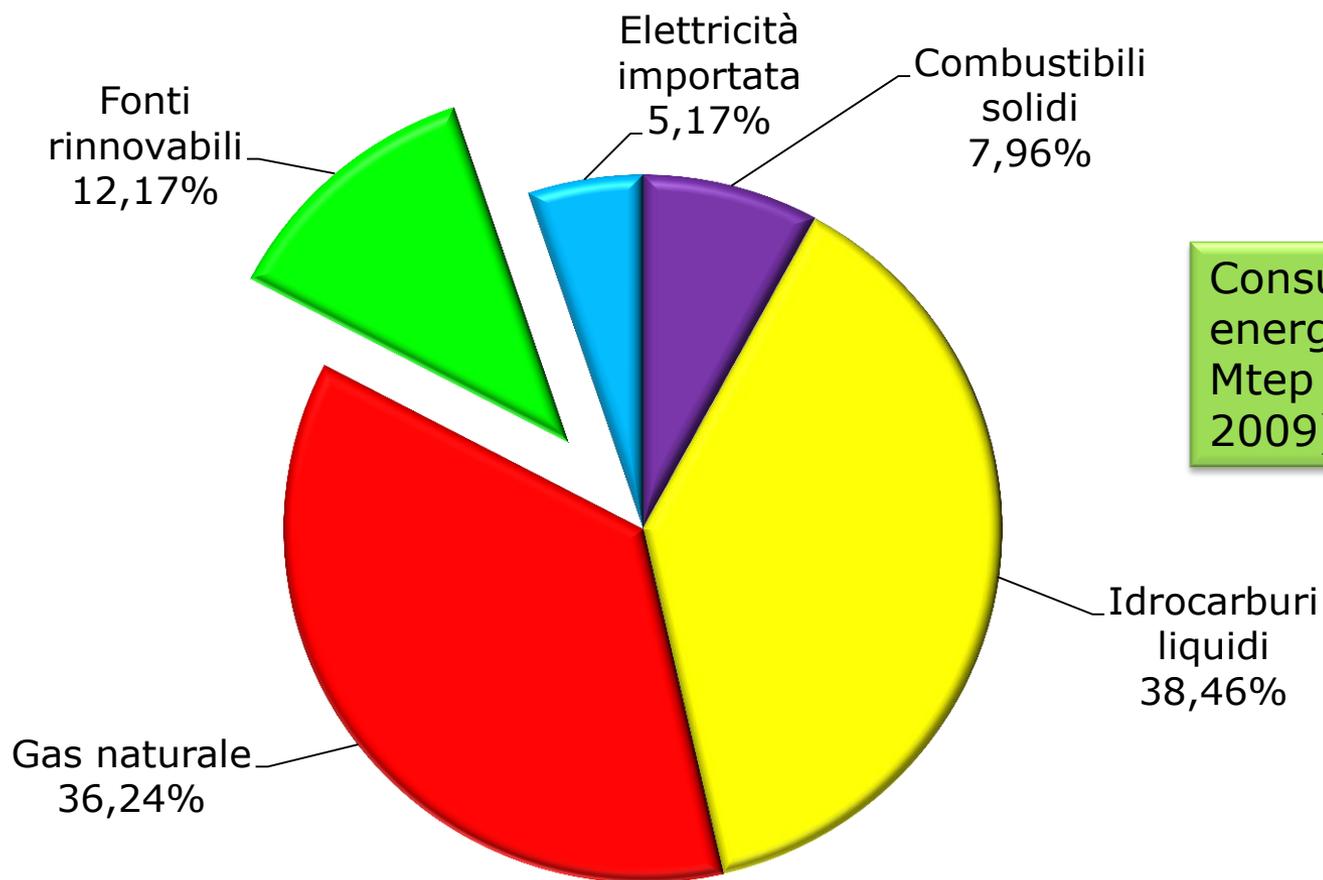


## Obiettivi da raggiungere per il 2020:

- Ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> del 20% rispetto ai livelli del 1990
- Incrementare del 20% l'efficienza negli usi finali dell'energia rispetto ai livelli attuali (Comunicazione CE del 19.10.2006 "Piano d'azione per l'efficienza energetica: concretizzare le potenzialità")
- Promuovere le energie rinnovabili con un obiettivo vincolante del 20% sul totale dei consumi energetici della UE, con valori diversi per i diversi paesi (**per l'Italia il 17%**) e del 10%, per ciascun paese membro, dei consumi nel settore dei trasporti terrestri
- Stabilire uno stretto collegamento tra lo sviluppo della produzione di energia da FER e l'aumento dell'efficienza energetica

**Direttiva recepita dall'Italia con il Decreto Legislativo  
n. 28 del 3 marzo 2011**

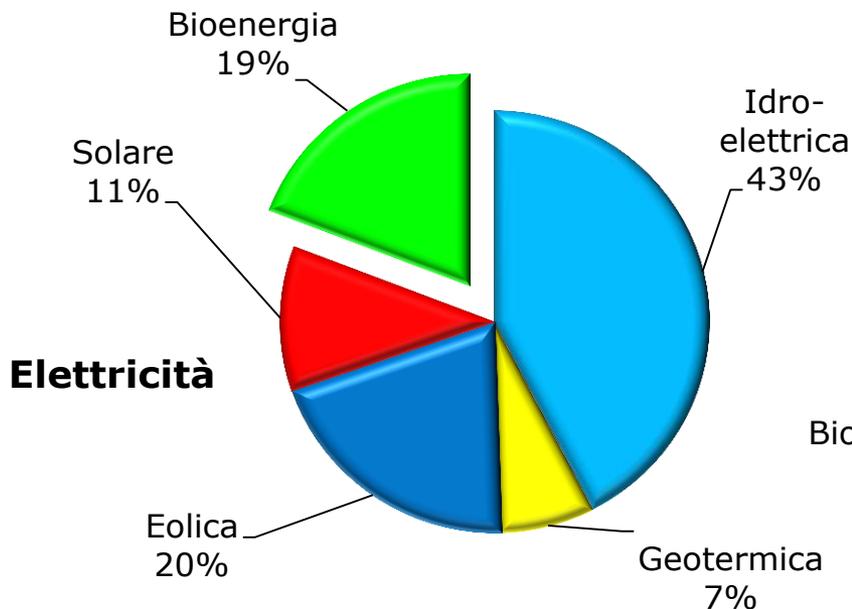
# Domanda di energia primaria per fonte in Italia (2010)



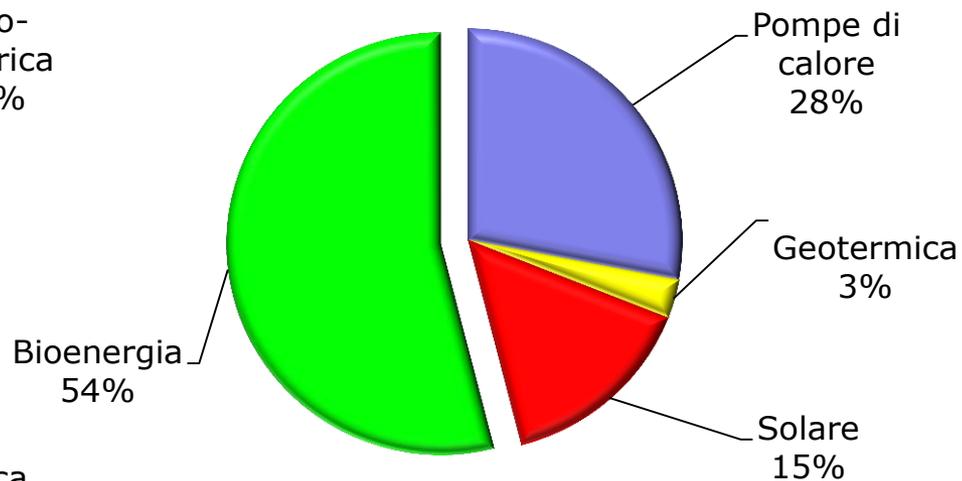
Consumo interno lordo di energia primaria: 187,8 Mtep (180,3 Mtep nel 2009)

- La bioenergia è un fonte rinnovabile continua e programmabile, con previsioni di sviluppo importanti in termini assoluti e relativi:
  - **2009: 5.775 ktep - 28% totale produzione energia da FER in Italia**
  - 2020 (previsioni PAN): 19% elettricità (18.780 GWh), 54% calore e raffrescamento (5.670 ktep), 87% trasporti (2.530 ktep) sulla produzione totale di energia da FER
- La bioenergia può contare su una pluralità di materie prime (biomasse residuali e/o da colture dedicate) e sulla disponibilità di tecnologie mature e affidabili:
  - **calore da biomasse solide**
  - **elettricità da biomasse, biogas e bioliquidi**
  - **biocarburanti da colture dedicate**

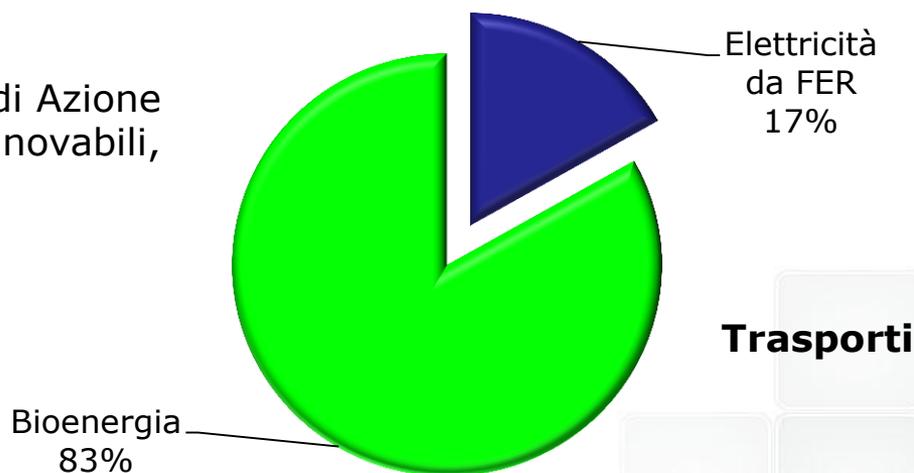
# Produzione di energia da fonti rinnovabili in Italia prevista per il 2020 (%)



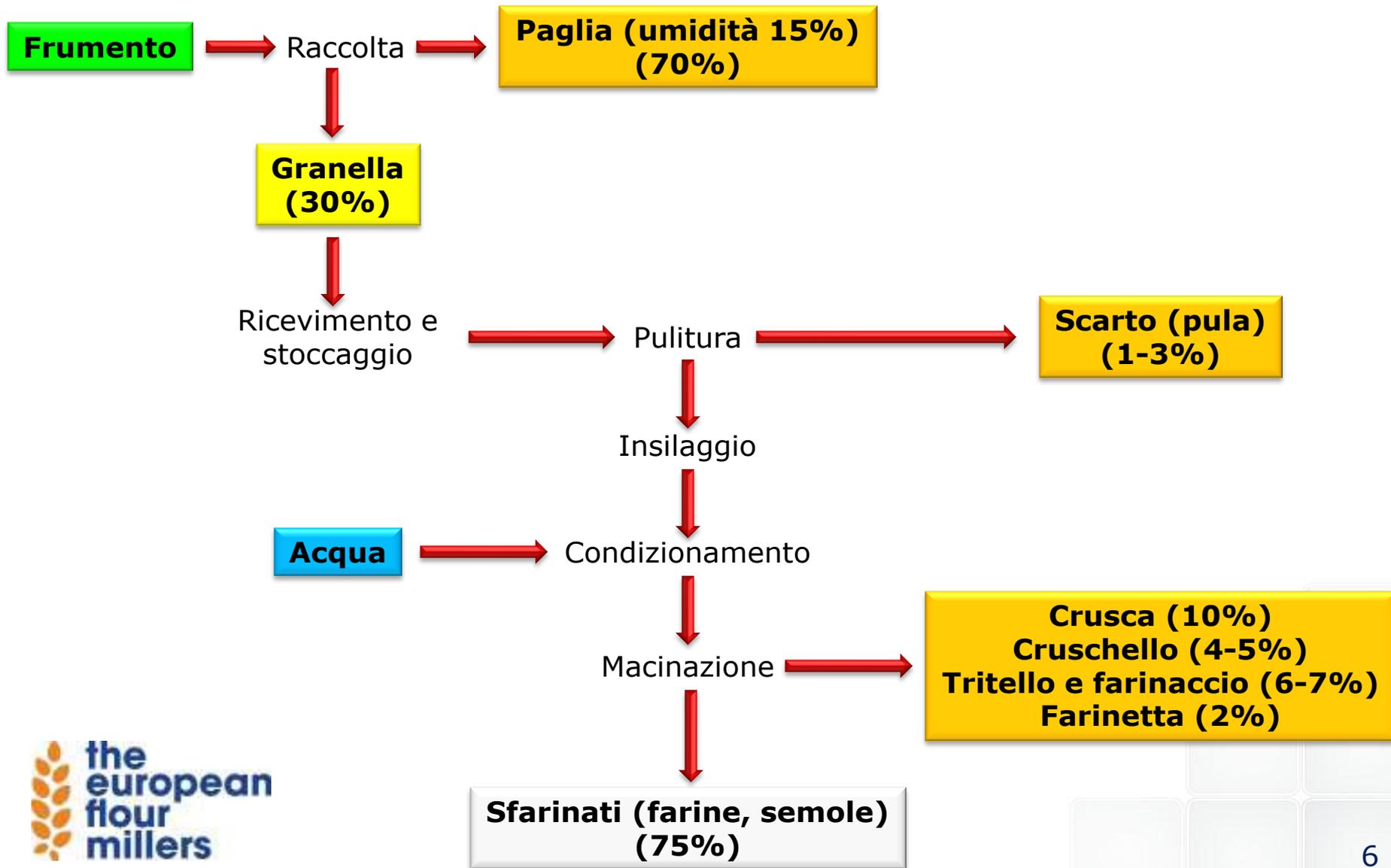
### Calore e raffrescamento



Elaborazione su dati MiSE - Piano di Azione Nazionale per le Energie Rinnovabili, giugno 2010



# La filiera produttiva dell'industria molitoria



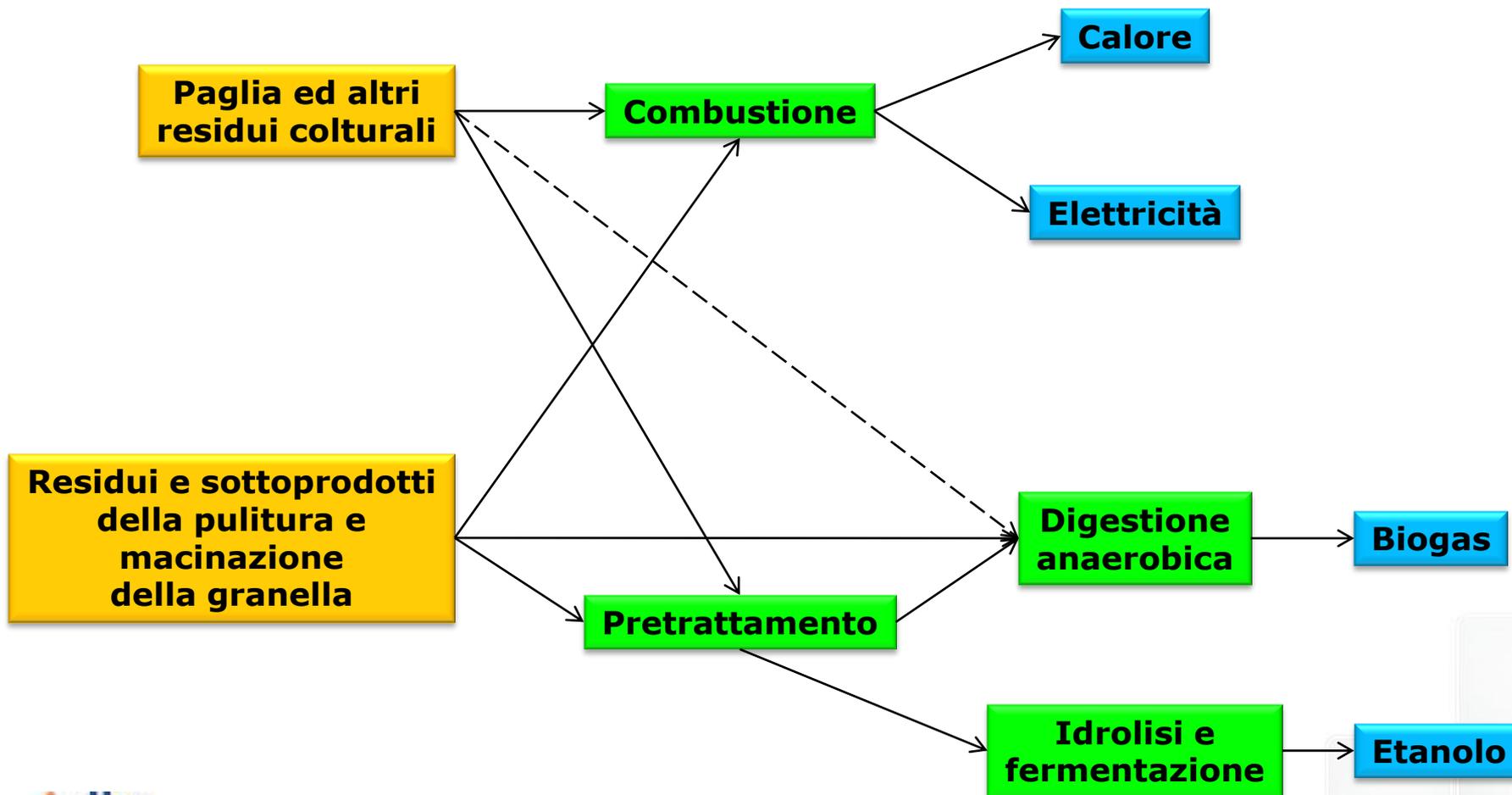
## Dalla molitura di 100 kg di grano si ottengono mediamente:

- 75 kg di farina
- 10 kg di crusca
- 4-5 kg di cruschetto
- 6-7 kg di tritello e farinaccio
- 2 kg di farinetta

Complessivamente, il quantitativo di sottoprodotti della molitura corrisponde a circa 1/3 della produzione totale di farina

**A livello europeo, con una produzione annua di circa 34-35 milioni di tonnellate di farina, si hanno quindi circa 11,3 - 11,6 milioni di tonnellate/anno di sottoprodotti potenzialmente utilizzabili a fini energetici, corrispondenti ad un potenziale di 4,9 - 5,1 Mtep**

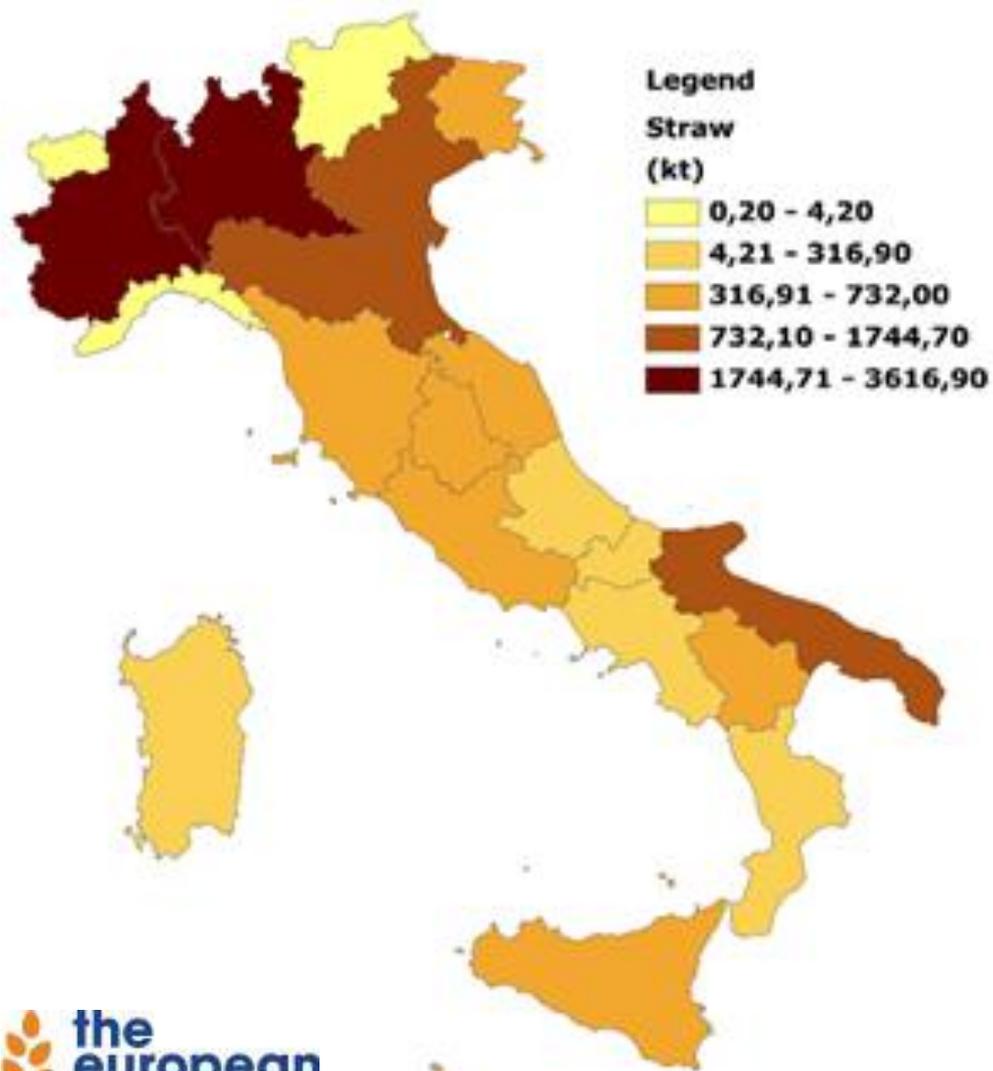
# Possibili usi energetici dei residui e sottoprodotti delle colture cerealicole e dell'industria molitoria



Il testo in via di approvazione del nuovo Decreto Ministeriale sugli incentivi alla produzione di elettricità da fonti rinnovabili definisce come "sottoprodotti utilizzabili negli impianti a biomasse e biogas ai fini dell'accesso ai meccanismi incentivanti di cui al presente decreto" (Tabella 1.A):

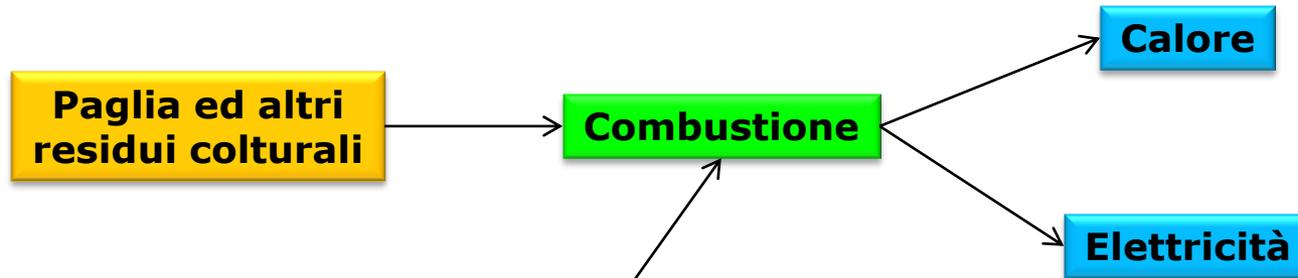
- Fra i "sottoprodotti provenienti da attività agricola, di allevamento, della gestione del verde e da attività forestale":
  - .....
  - **paglia;**
  - **pula;**
  - **stocchi;**
  - .....
- Fra i "sottoprodotti provenienti da attività alimentari ed agroindustriali":
  - .....
  - **sottoprodotti derivati dalla lavorazione dei cereali (farinaccio, farinetta, crusca, tritello, glutine, amido, semi spezzati ecc.)**
  - .....

# Il potenziale lordo da paglie di cereali in Italia (2006)



REGIONE	Paglie (kton/anno ss)
PIEMONTE	2.478,6
VALLE D'AOSTA	0,2
LOMBARDIA	3.616,9
TRENTINO-ALTO ADIGE	1,5
VENETO	1.744,7
FRIULI VENEZIA GIULIA	592,8
LIGURIA	4,2
EMILIA-ROMAGNA	1.556,5
TOSCANA	724,1
UMBRIA	430,1
MARCHE	539,2
LAZIO	436,8
ABRUZZO	229,2
MOLISE	163,4
CAMPANIA	316,9
PUGLIA	1.219,4
BASILICATA	452,1
CALABRIA	212,1
SICILIA	732,0
SARDEGNA	260,0
<b>ITALIA</b>	<b>15.710,9</b>

# Produzione di elettricità e calore da paglie e sottoprodotti dell'industria molitoria



**Residui e sottoprodotti della pulitura e macinazione della granella**



# Produzione di elettricità da paglia: co-combustione negli impianti a carbone (Centrale Aalborg II, Danimarca)





Impianto di teleriscaldamento alimentato a paglia di Lubin (Polonia), con due caldaie da 3,5 MW ciascuna



Impianto di teleriscaldamento alimentato a paglia di Zabor (Polonia), con tre caldaie da 300 kW ciascuna



# Riscaldamento da residui di lavorazione del farro (Azienda Cicchetti, Monteleone di Spoleto)



## Caratteristiche dell'impianto

- Caldaia a pellet della potenza nominale di 35 kW con modifiche al sistema di alimentazione e regolazione del sistema elettronico di controllo dell'impianto
- Consumo medio di combustibile: 50-60 kg/giorno
- Serbatoio cilindrico (capacità circa 1,5 m<sup>3</sup>) per lo stoccaggio della biomassa con sistema automatico di convogliamento sul fondo
- Sistema automatico di estrazione delle ceneri

## Impianto di riscaldamento dell'azienda

- Sistema elettronico di controllo e gestione dell'impianto termico, programmabile in funzione del fabbisogno energetico dell'abitazione
- Sistema di riscaldamento a pavimento dell'azienda agricola, per una superficie complessiva di 160 m<sup>2</sup> (temperatura di esercizio dell'acqua 32-35 °C)
- Sistema di accumulo dell'acqua calda, con un serbatoio da 500 l



# L'approvvigionamento della biomassa: un esempio di "filiera corta"



La biomassa utilizzata come combustibile è costituita dai residui della lavorazione del farro coltivato in azienda: **dalla lavorazione annua di 120 t di farro si recuperano 12 t di scarti**, utilizzati in caldaia per il riscaldamento dell'azienda.

Le ceneri della combustione vengono distribuite sui terreni aziendali



## Gestione del fondo

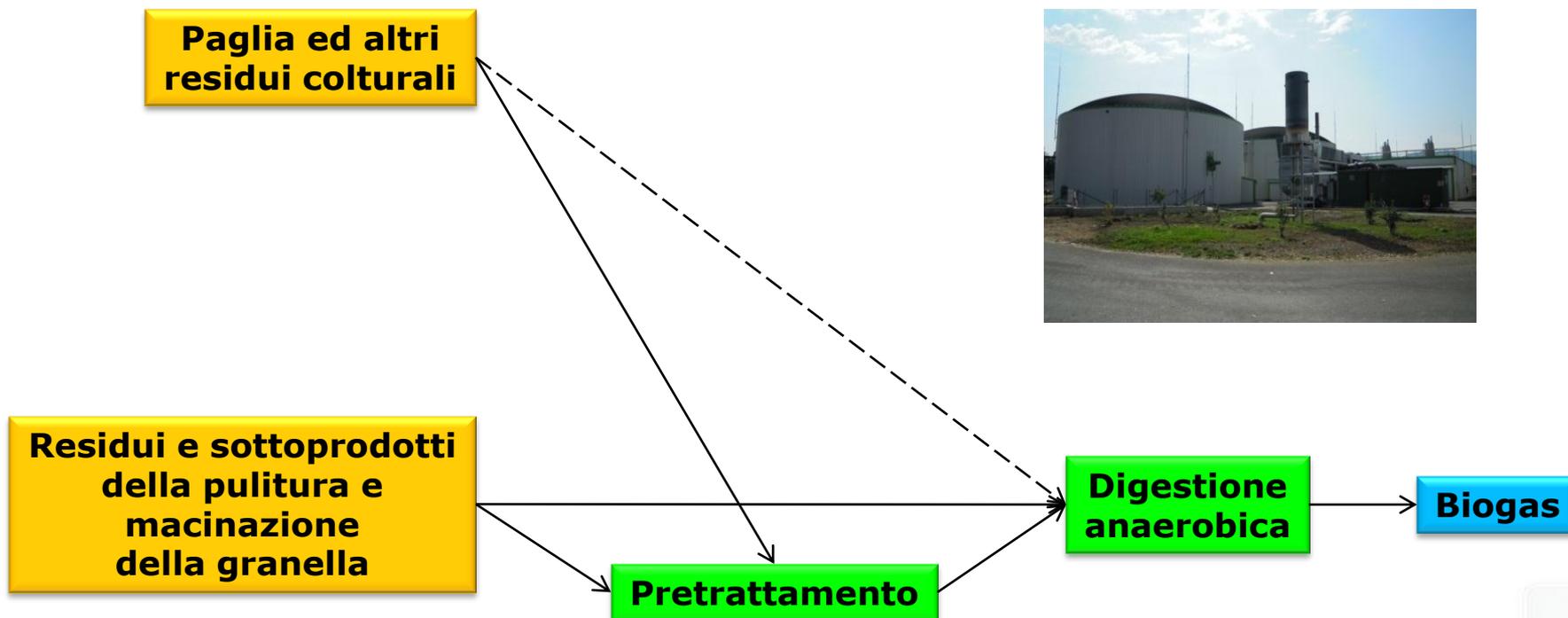
- L'azienda gestisce 126 ha coltivati a farro, di cui 26 ha di proprietà e 100 ha mediante contratti di coltivazione



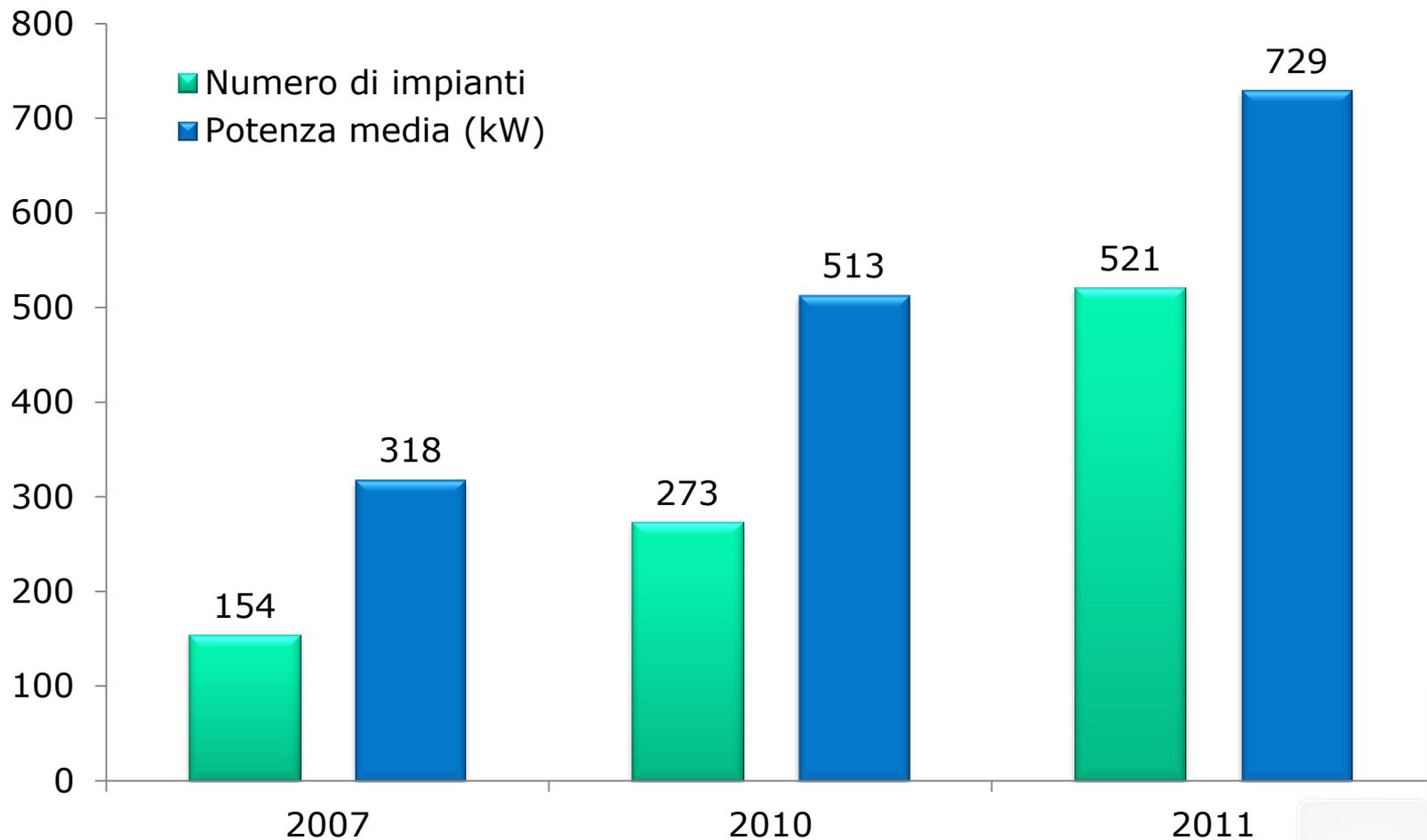
## Gestione del prodotto raccolto

- Il farro viene lavorato presso uno stabilimento di proprietà della stessa azienda e dal processo di pulitura e affinamento si ottiene un residuo di lavorazione (pula) destinato alla combustione in caldaia

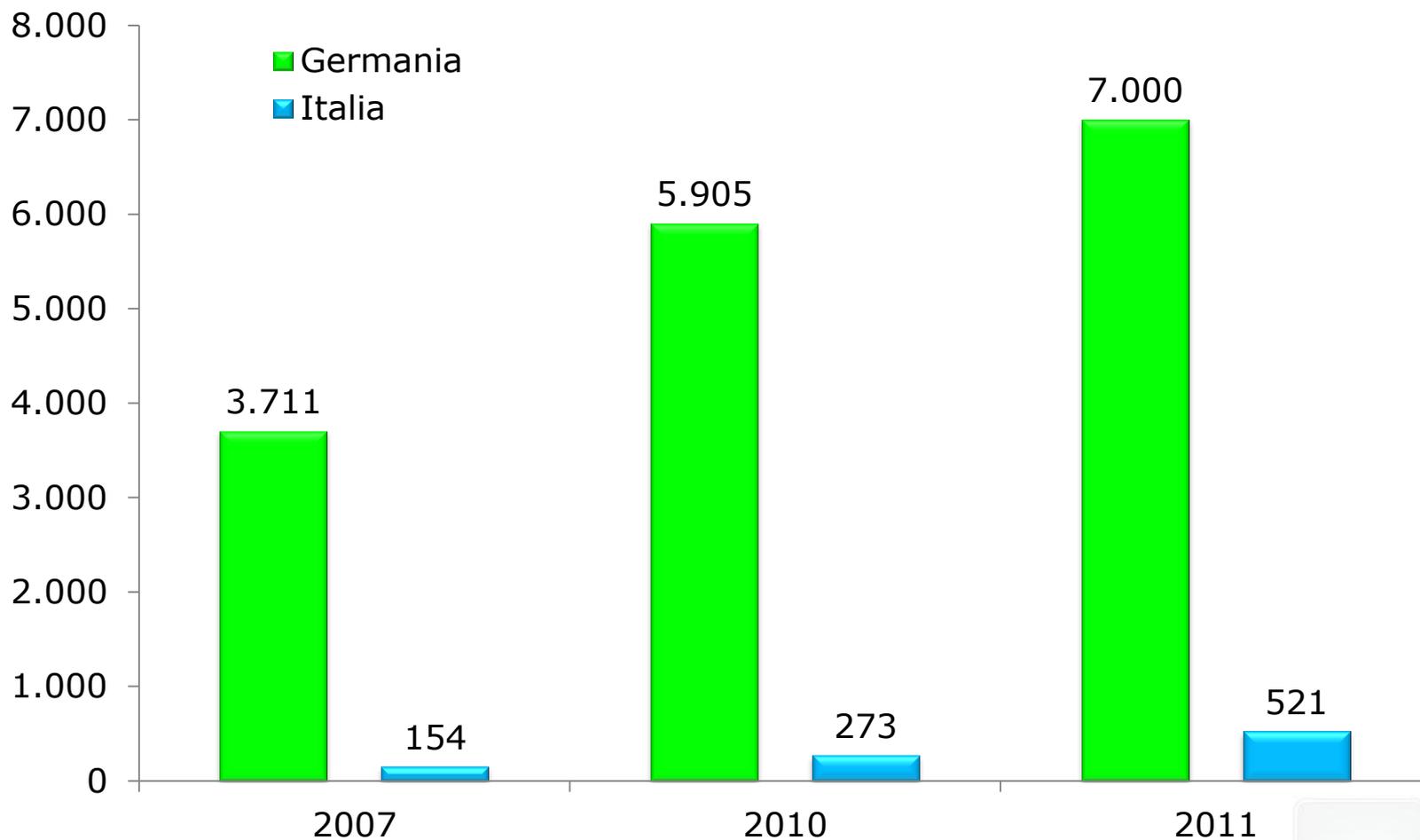




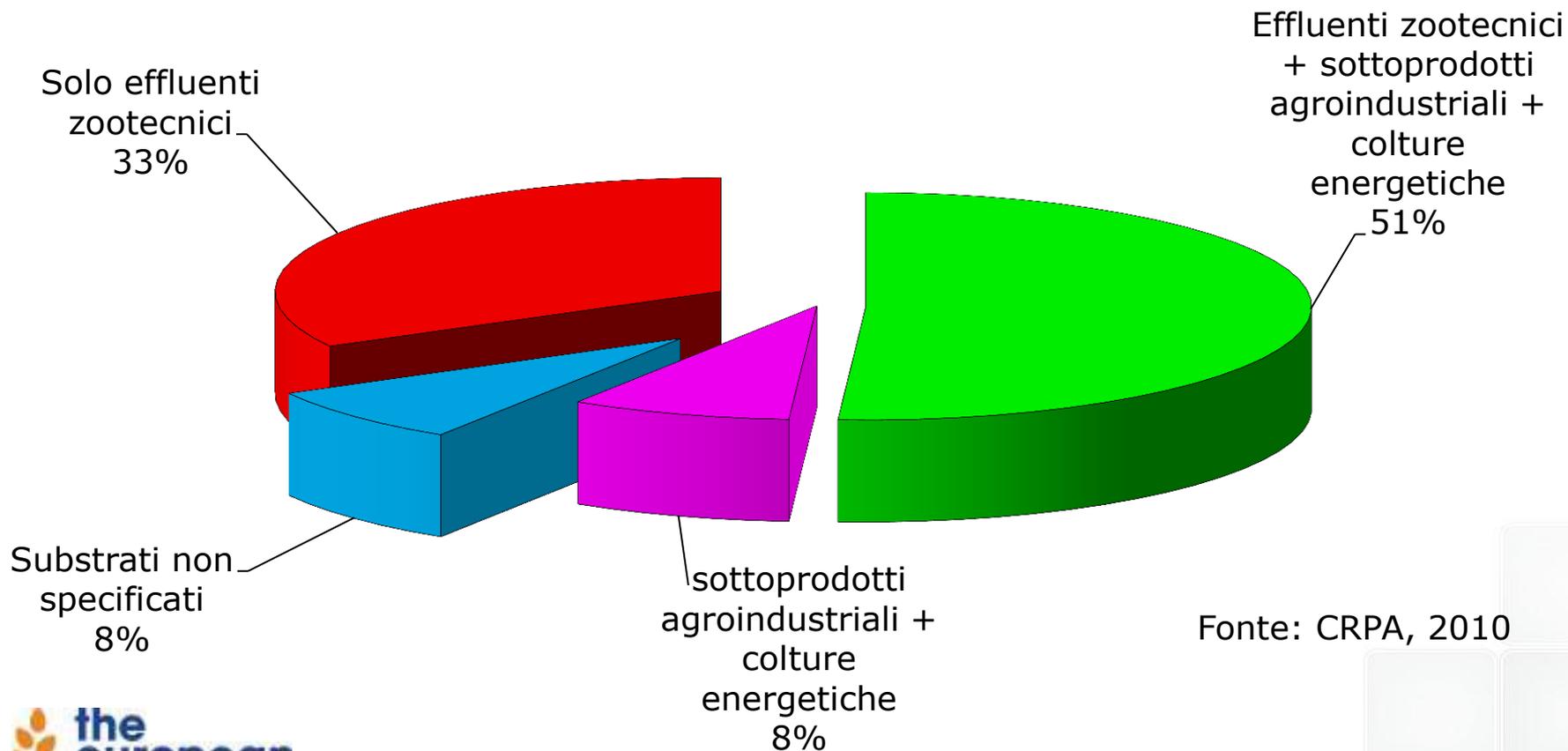
# Impianti di biogas nel settore agro-zootecnico in Italia



# Impianti di biogas nel settore agro-zootecnico in Italia e Germania



## Distribuzione % degli impianti di biogas nei settori agro-zootecnico ed agroindustriale in Italia secondo l'alimentazione (marzo 2010)



Fonte: CRPA, 2010

# Rese di conversione in metano di diverse tipologie di substrato (test di biometanazione)

Substrato	Sostanza organica (% SV sul tal quale)	Resa in CH <sub>4</sub> Nm <sup>3</sup> /t sostanza organica (SV)	Resa in CH <sub>4</sub> Nm <sup>3</sup> /t tal quale	% di CH <sub>4</sub> nel biogas
Letame bovino	22,0	150	33,0	50
Paglia di riso	35,6	241	86,2	55
Grasso bovino	86,6	822	711,5	65
Vinacce d'uva con raspi	26,5	89	23,7	57
Crusca di frumento tenero	84,9	319	266,0	51
Crusca di frumento duro	84,7	372	306,0	54
Insilato di mais	41,9	275	115,5	55
Barbabietole	29,3	396	115,0	52

## Impianto di digestione anaerobica

- Un reattore principale orizzontale da 270 m<sup>3</sup> e un secondario verticale da 750 m<sup>3</sup> (tecnologia Eisenmann-AVS)
- Fermentazione mesofila (40-42 °C)

## Impianto di cogenerazione

- Potenza elettrica nominale: 249 kWe
- Potenza termica cogenerata: 300 kW
- Produzione elettrica media annua: 1.800 MWh
- Recupero termico per autoconsumi aziendali e termoregolazione digestore, in futuro per un vicino caseificio



## Alimentazione giornaliera dell'impianto

- Letame bovino 4 t
- Liquame bovino 15 m<sup>3</sup>
- Pollina 2 t
- Letame equino 0,6 t
- Sansa 1,5 t
- **Pula 0,3 t**
- Trinciato di mais 3-5 t

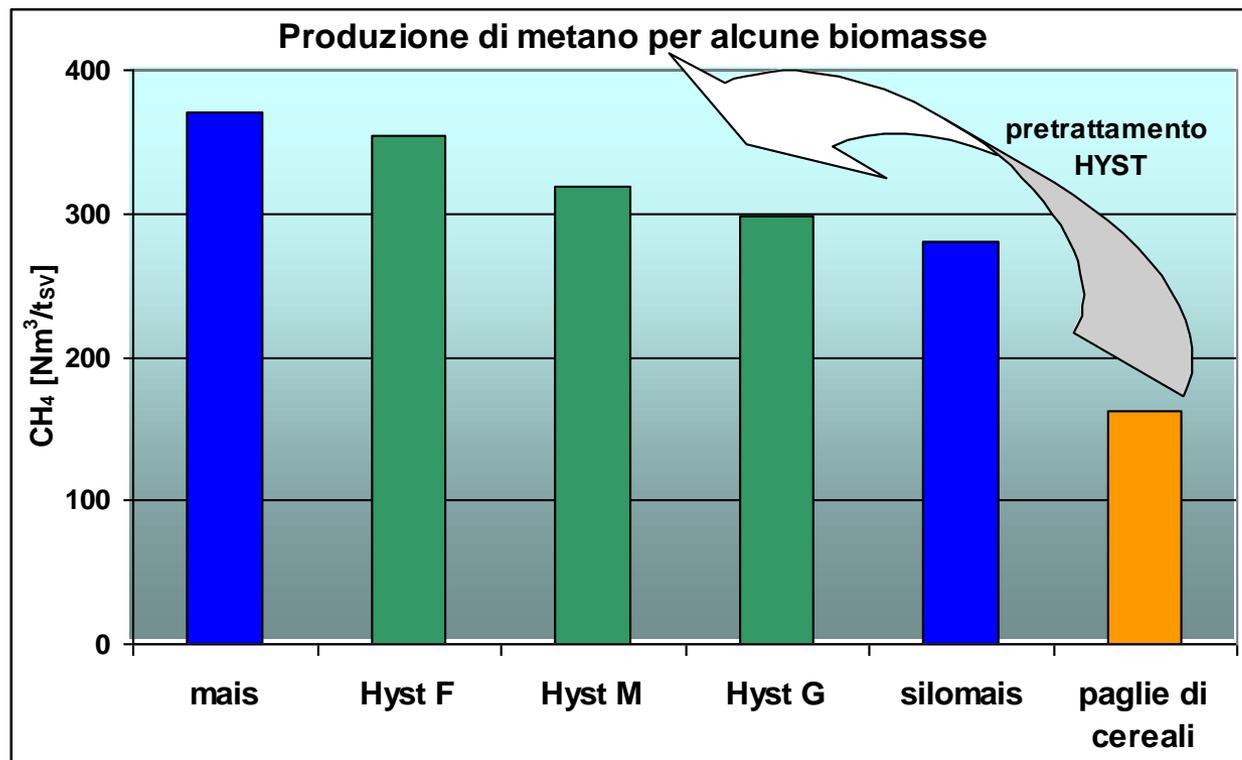
- La tecnologia Hyst (Hypercritical Separation Technology) è un sistema di disgregazione di biomasse vegetali, con diverse possibili applicazioni nei settori alimentare ed energetico



Impianto pilota HYST della capacità di 1-5 t/h

- Il processo, di natura esclusivamente fisica, di basa sul frazionamento delle matrici in ingresso in correnti separate di materiali con diversa granulometria e composizione chimica mediante stadi successivi di urti e classificazione

- Risultati molto interessanti per la produzione di biogas da paglia di cereali sottoposta al pretrattamento con la tecnologia, con produzioni superiori a quelle del silomais
- Il pretrattamento è realizzabile con costi energetici ridotti (20-25 kWh/t, corrispondenti a 3-4 €/t)



Fonte: BioHyst, 2012

## Biocarburanti - Riduzione minima emissioni GHG

All'entrata in vigore della Direttiva (*)	2017	Nuovi impianti entrati in funzione dopo il 1 gennaio 2017 (**)
35%	50%	60%

(\*) dal 1 aprile 2013 per impianti in attività il 23 gennaio 2008  
(\*\*) dal 1 gennaio 2018

Biocarburanti e bioliquidi non devono essere prodotti su terreni ad alto livello di biodiversità. Nel calcolo delle emissioni di gas ad effetto serra (GHG) saranno considerate anche le emissioni causate dal cambiamento dell'uso del suolo

**Paglia ed altri  
residui colturali**

**Residui e sottoprodotti  
della pulitura e  
macinazione  
della granella**



**Pretrattamento**

**Idrolisi e  
fermentazione**

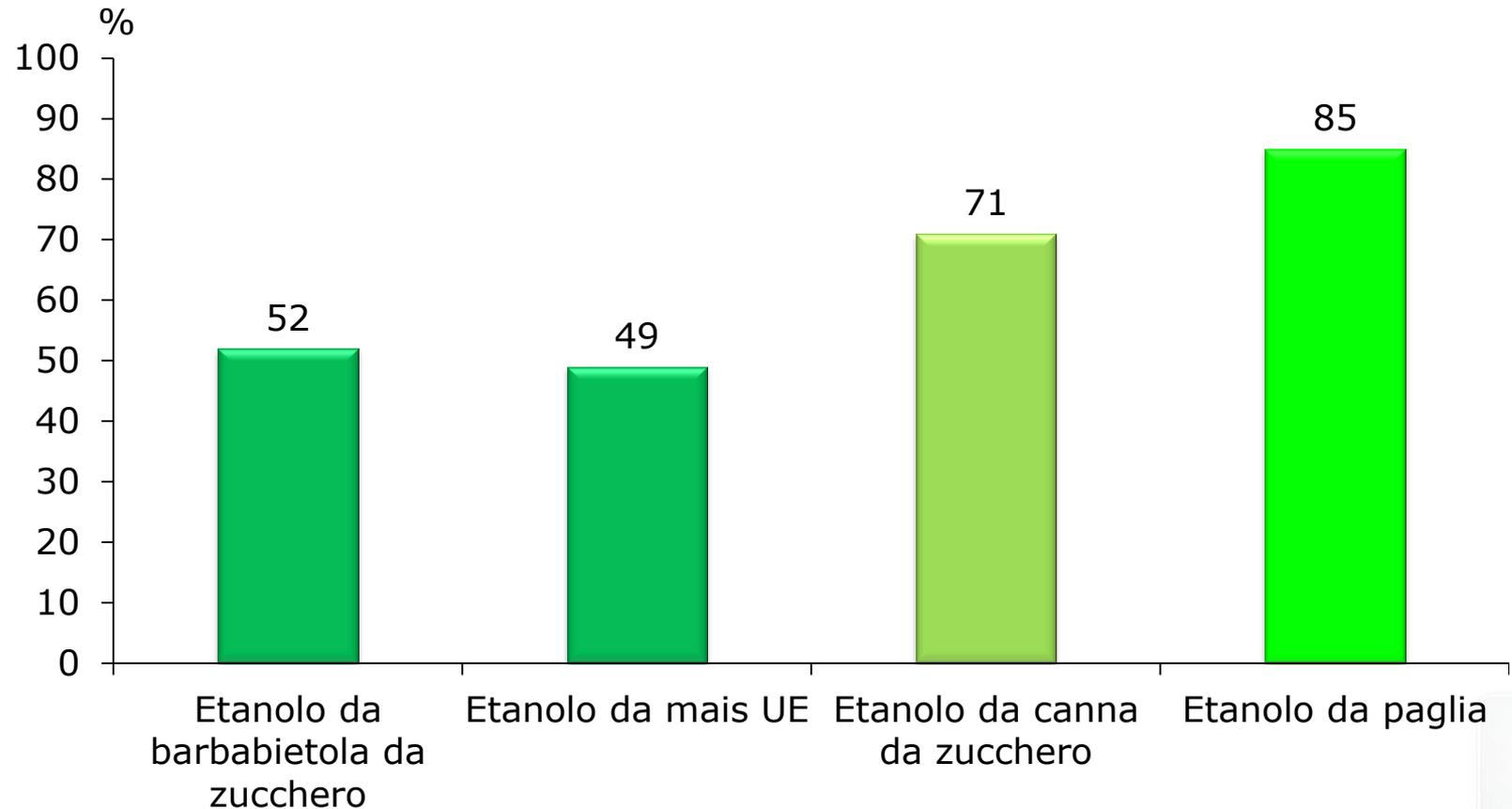
**Etanolo**

# Potenziati vantaggi di una "seconda generazione " di biocarburanti

- Produzione da **materie prime non destinabili al mercato alimentare** (biomasse residuali o colture dedicate lignocellulosiche, oli e grassi di scarto, colture di microalghe ecc.)
- Migliore **bilancio energetico e impatto ambientale** (recupero e valorizzazione di residui e sottoprodotti, minore degradazione dei suoli, riduzione di consumi idrici ed emissioni di CO<sub>2</sub>)
- Nuove tipologie di processi a carattere fortemente innovativo (biotecnologie, sintesi catalitica ecc.) con potenziali benefici in termini di **sviluppo ed esportazione di know-how**

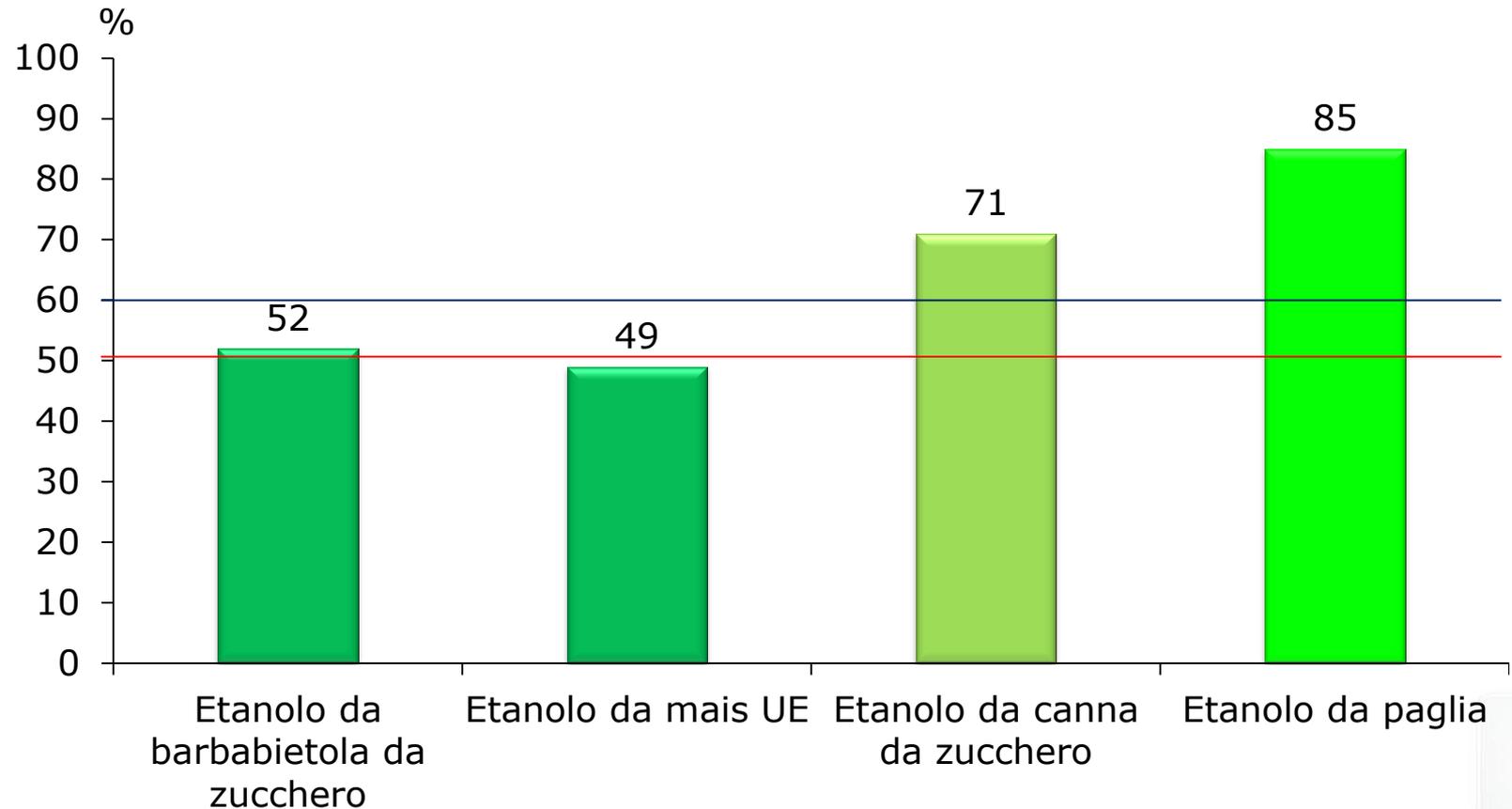


# Riduzione stimata delle emissioni di GHG per alcune filiere di produzione di biocarburanti (rispetto alla benzina)



Elaborazione ENEA da Direttiva 2009/28/CE, Allegato V (valori standard)

# Riduzione stimata delle emissioni di GHG per alcune filiere di produzione di biocarburanti (rispetto alla benzina)



Elaborazione ENEA da Direttiva 2009/28/CE, Allegato V  
(valori standard)

## PRO.E.SA™: Steps

**Break-through technology for the production of Bio-fuels and Bio-Chemicals from Cellulosic Biomass**

### Chemtex Italia R&D Center



3000m<sup>2</sup> labs  
dedicated to  
Renewable  
Resources



2007 - 2008

Scouting, testing  
and development  
of technology on  
lab scale



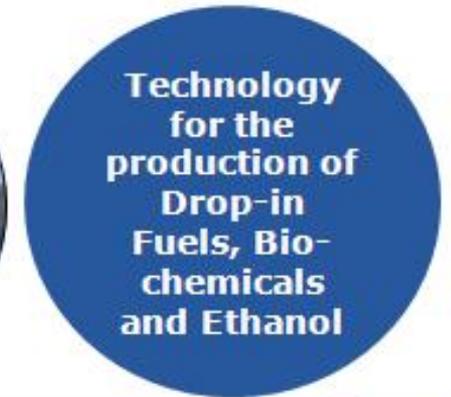
2009 - 2010

Construction and  
tests on a  
continuous pilot  
plant



2011

Construction of a  
Demonstration Plant  
40 ktpa (15 MGY)



Technology  
for the  
production of  
Drop-in  
Fuels, Bio-  
chemicals  
and Ethanol

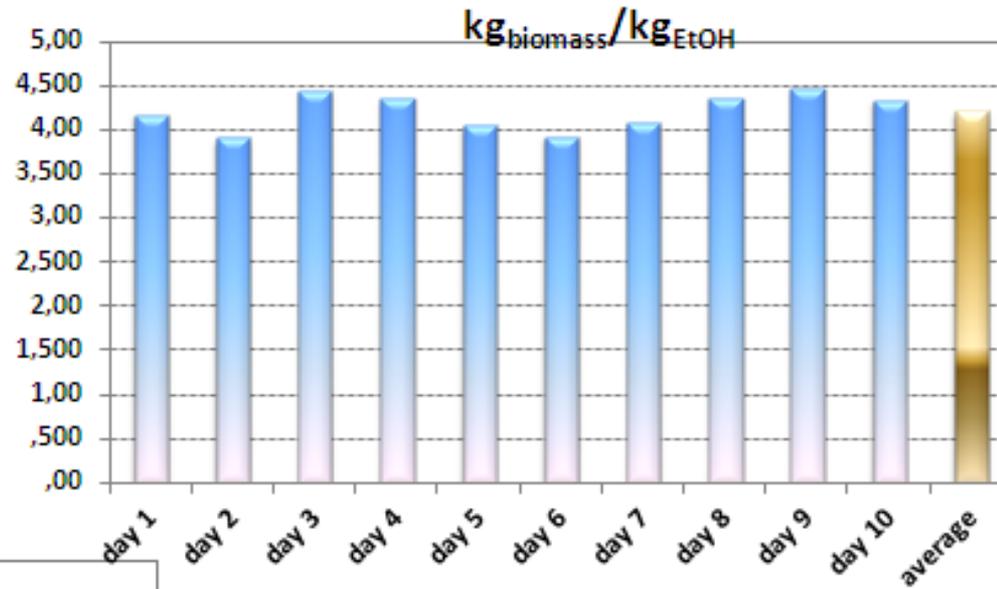
2012+

# Una nuova tecnologia italiana per la produzione di etanolo da biomasse lignocellulosiche

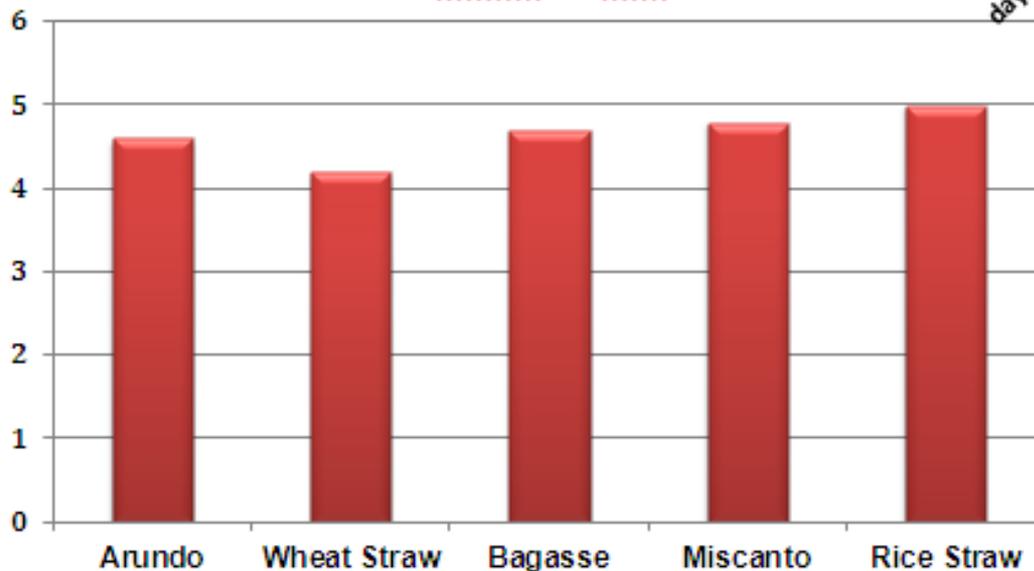


## PROESA™ Technology Ethanol yields

GOOD yields also with different biomasses



$\frac{\text{kg}_{\text{biomass}}}{\text{kg}_{\text{EtOH}}}$



GOOD process stability on long run

Fonte: Chemtex, 2011



# Grazie per l'attenzione

## **Dr. Vito Pignatelli**

ENEA - Unità Tecnica Fonti Rinnovabili  
Coordinatore Tecnologie Biomasse  
e Bioenergie  
C.R. Casaccia  
Via Anguillarese, 301  
00123 S.M. di Galeria, Roma

Tel. 0630484506

Fax 0630486514

**e-mail: [vito.pignatelli@enea.it](mailto:vito.pignatelli@enea.it)**