

# Innovazioni tecnologiche per il recupero di energia e risorse da reflui dell'agroindustria

5 Ottobre 2015

## **Il progetto di ricerca ECO-SI: obiettivi e inquadramento generale**

*Francesca Malpei, D.Basilico, A. Baldrichi, R.Berettera,  
R. Bittanti, F. Cappa, G. Tanzi*



## *ECO-SI*

# *Energia e COmponenti di pregio da SIero di latte*

Progetto biennale a valere sul bando: PROGETTI DI RICERCA INDUSTRIALE E SVILUPPO SPERIMENTALE NEI SETTORI STRATEGICI DI REGIONE LOMBARDIA E DEL MINISTERO DELL'ISTRUZIONE, DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA DI CUI AL DECRETO N. 7128 DEL 29 LUGLIO 2011



# Il siero di caseificazione



Il siero è la parte liquida del latte che si separa dalla cagliata durante il processo di caseificazione

Il siero rappresenta l'85-95% in volume del latte utilizzato

Componente	Siero Dolce	Siero Acido
pH	5,9 ÷ 6,3 ( $\geq 6$ )	<u>4,3 ÷ 4,6 (<math>&lt; 6</math>)</u>
Solidi Totali (%)	6,3 ÷ 6,5	6,0 ÷ 6,2
Proteine (% sul secco)	11,5 ÷ 13,5	<u>5,3 ÷ 12,1</u>
Grasso (%sul secco)	0,8 ÷ 7,9	< 1
Lattosio (%sul secco)	71,8 ÷ 77,4	67,7 ÷ 80,7
Ceneri (%sul secco)	7,8 ÷ 9,7	<u>13,1 ÷ 14,0</u>
Acido Lattico (%sul secco)	0,7 ÷ 0,78	<u>~ 6,4</u>
Sali minerali (%sul secco)	~ 8,5	<u>≤ 12,5</u>

Limitato uso alimentare

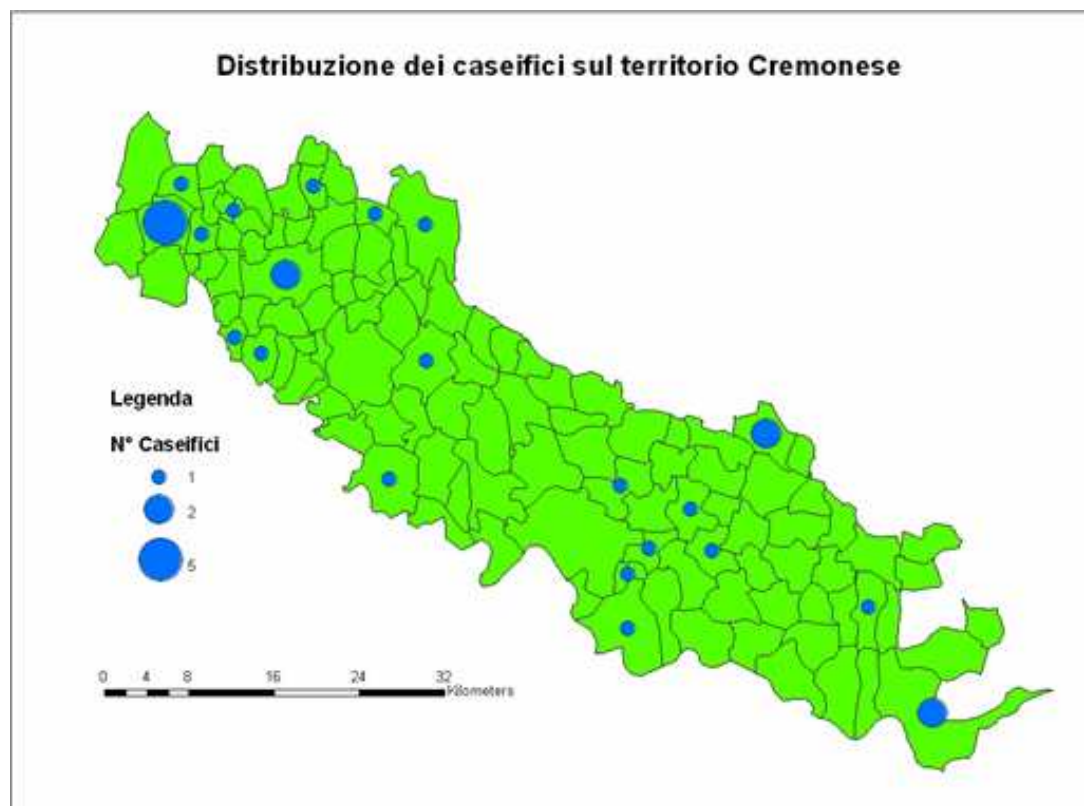


# Caseifici e siero prodotto in provincia di Cremona

## Dati ARPA riferiti al 2009

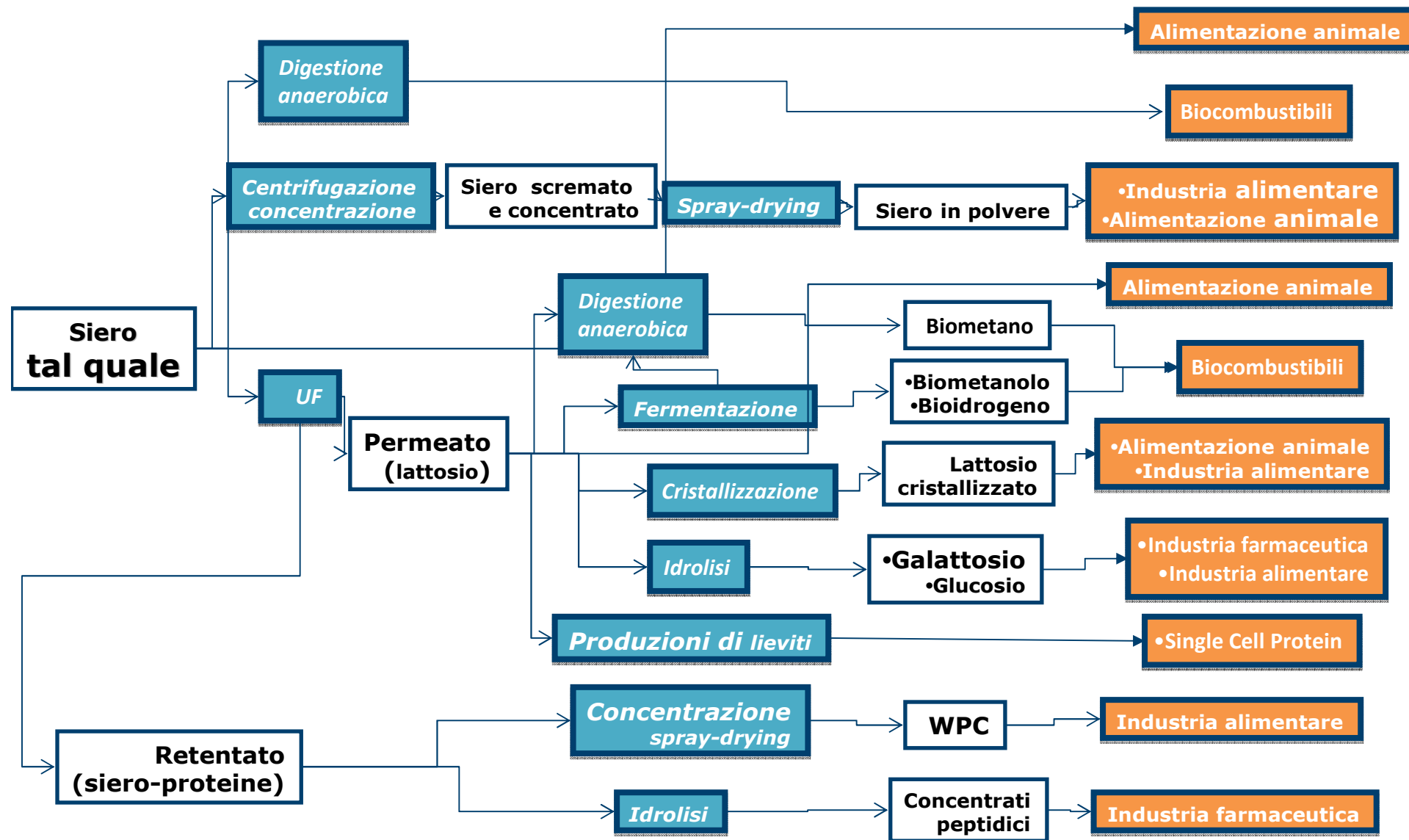
Codice	Latte [t/d]	Siero [t/d]
L1	0,02	0,02
L2	0,04	0,04
L3	0,15	0,14
L4	0,20	0,18
L5	0,22	0,20
L6	0,55	0,49
L7	1,41	1,27
L8	1,84	1,66
L9	2,48	2,23
L10	5,21	4,68
L11	10,87	9,79
L12	14,10	12,69
L13	16,62	14,96
L14	17,99	16,20
L15	22,13	19,92
L16	22,56	20,30
L17	25,50	22,95
L18	40,72	36,65
L19	62,27	56,05
L20	71,70	64,53
L21	72,08	64,87
L22	79,69	71,72
L23	102,99	92,70
L24	242,68	218,41
L25	269,38	242,44
L26	272,41	245,17
L27	462,91	416,62
L28	806,65	725,98
<b>Totale</b>	<b>2'625,37</b>	<b>2'362,84</b>

(≈ 2.400 t/anno siero, 6MWel potenziali su siero tq, 4 MWel su siero deproteinato)





# Alternative teoriche di valorizzazione del siero





- **Recupero di risorse (proteine, acqua) ed energia** da residui di lavorazione.
- **Minimizzazione delle criticità e degli oneri** legati allo smaltimento del siero;
- **Possibilità di valorizzazione del lattosio** indipendente da mercati e operatori esterni ed aumento della redditività associabile alla sola separazione e vendita delle siero proteine.



Studi sperimentali per indagare ed ottimizzare il:

## RECUPERO

- *recupero siero proteine con UF e qualità effluente;*
- *produzione biocombustibili con tecnologie innovative ad alto carico (bioH<sub>2</sub> e bioCH<sub>4</sub>)*
- *utilizzo dei biocombustibili in celle a combustibile*

Valutazioni tecnico-ambientali (applicabilità, scalabilità, costo, GWP)



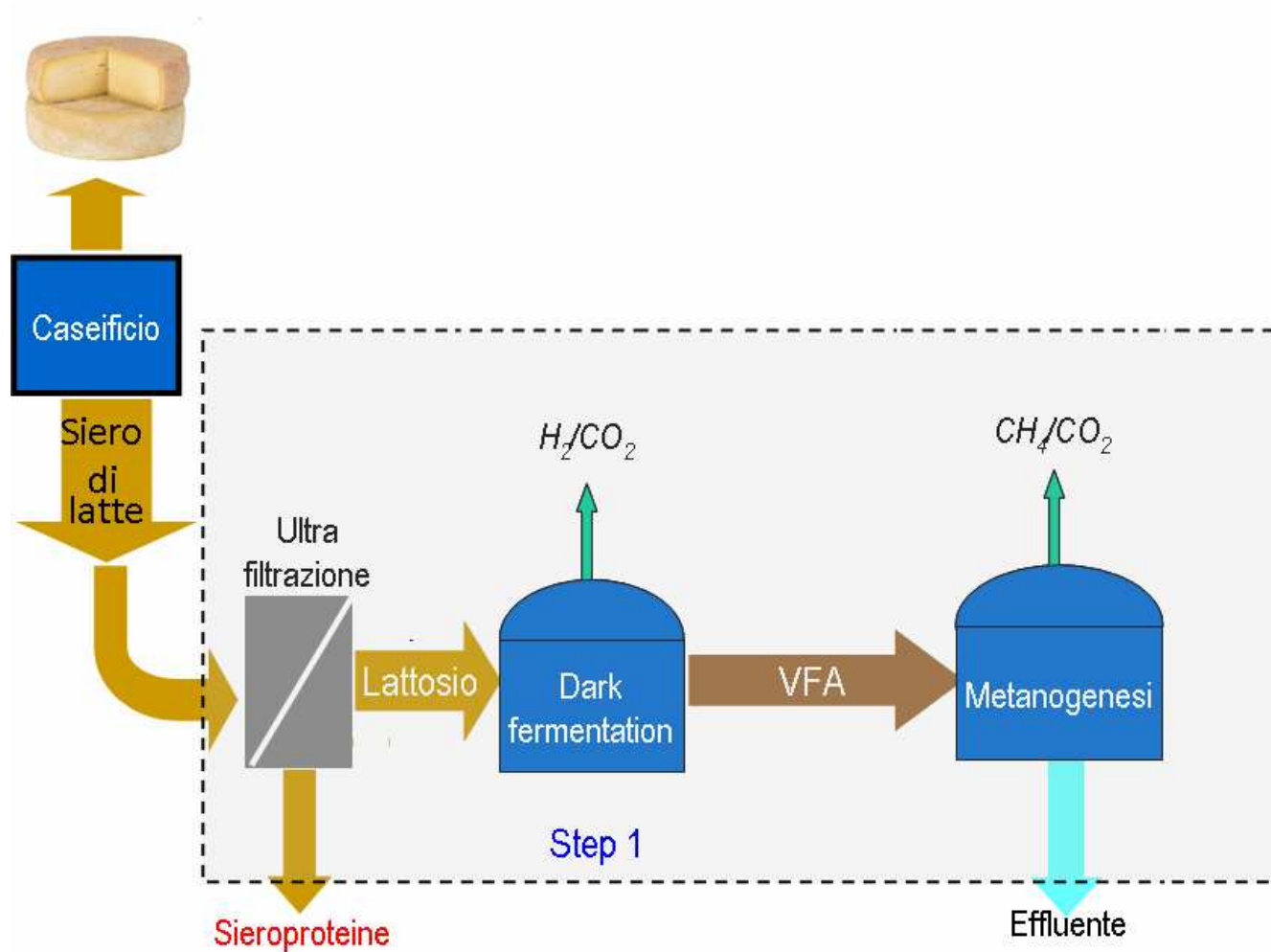
Studi sperimentali per indagare ed ottimizzare il:

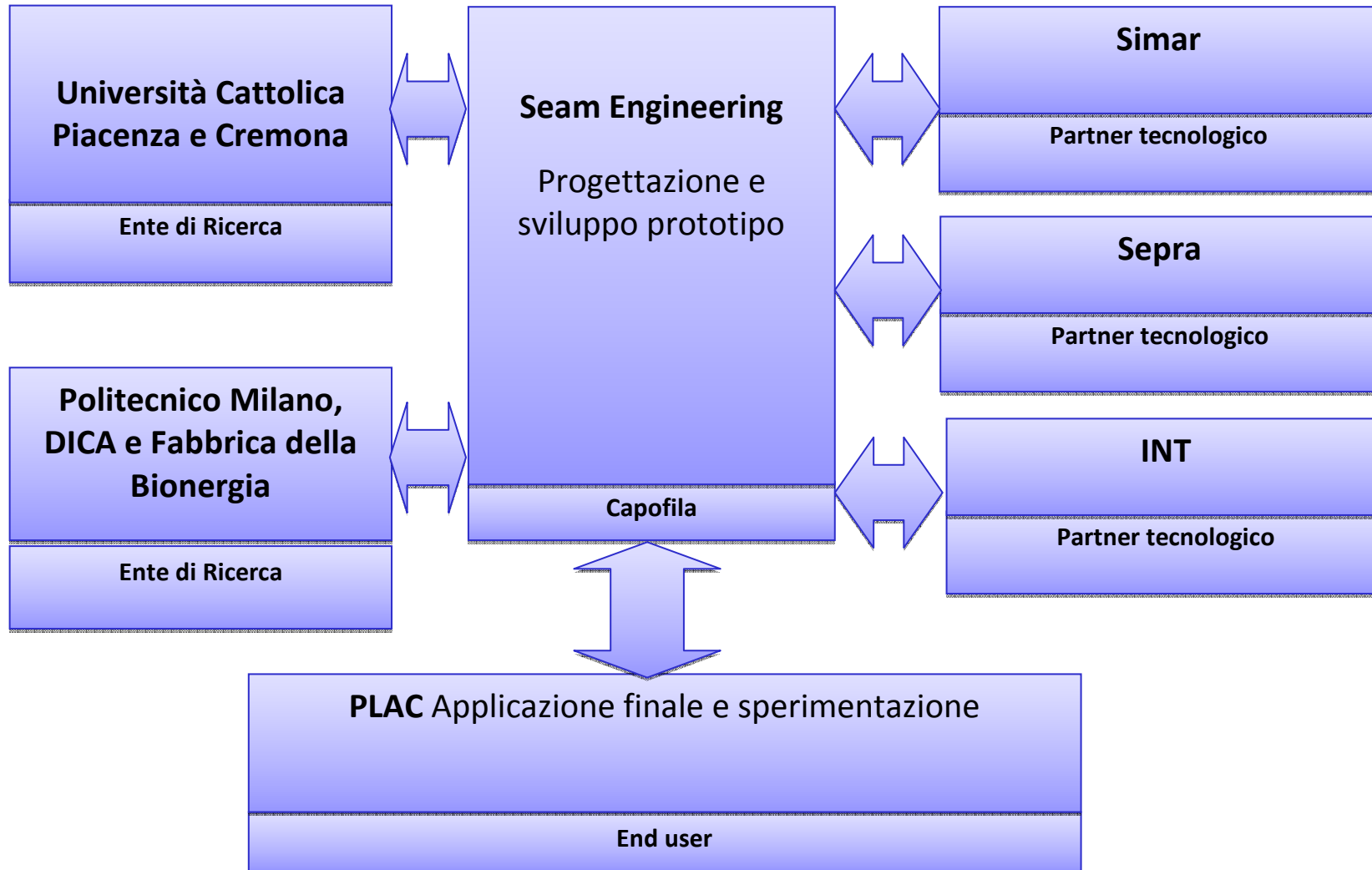
### RECUPERO

- *recupero siero proteine con UF e qualità effluente;*
- *produzione biocombustibili con tecnologie innovative ad alto carico (bioH<sub>2</sub> e bioCH<sub>4</sub>)*
- *utilizzo del biogas in celle a combustibile*

Valutazioni tecnico-ambientali (applicabilità, scalabilità, costo, GWP)









## Innovazioni tecnico-scientifiche

- ❑ selezione e ottimizzazione **consorzi batterici** per la produzione di **bioH<sub>2</sub>** in dark fermentation;
- ❑ studio condizioni operative e reattoristiche **ottimali** per produzione in continuo di **bioH<sub>2</sub>**;
- ❑ ottimizzazione della II fase di **digestione in bioreattore anaerobico a membrana (AnMBR)**, con conseguire qualità effluente molto elevata;
- ❑ studio, progetto, costruzione e gestione di **impianti pilota a scala dimostrativa (Q = 1 m<sup>3</sup>/d)** in ambito molto complesso (presenza H<sub>2</sub>, componenti e materiali, sensoristica, flessibilità di esercizio ed avvio, ..)



- Risultati molto incoraggianti, ma non conclusivi su dark fermentation
- Idrogeno prodotto sia a scala laboratorio, che dimostrativa (con alimento diluito), in maniera continuativa e relativamente costante
- Bioreattore anaerobico con membrana ha garantito ottimi rendimenti, assenza di fouling significativo
- Rimozione complessiva del COD raggiungibile in DF + DA > 99%, elevata qualità effluente.

