

# VALORIZZAZIONE SIERI

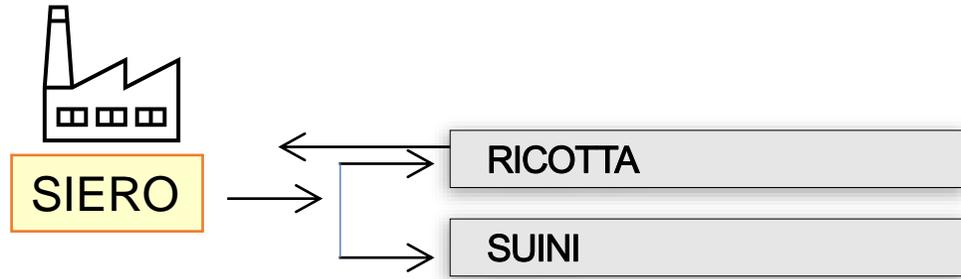
## OTTIMIZZAZIONI NEI PROCESSI DI TRATTAMENTO IN CASEIFICIO

GIUSEPPE ARIENTI

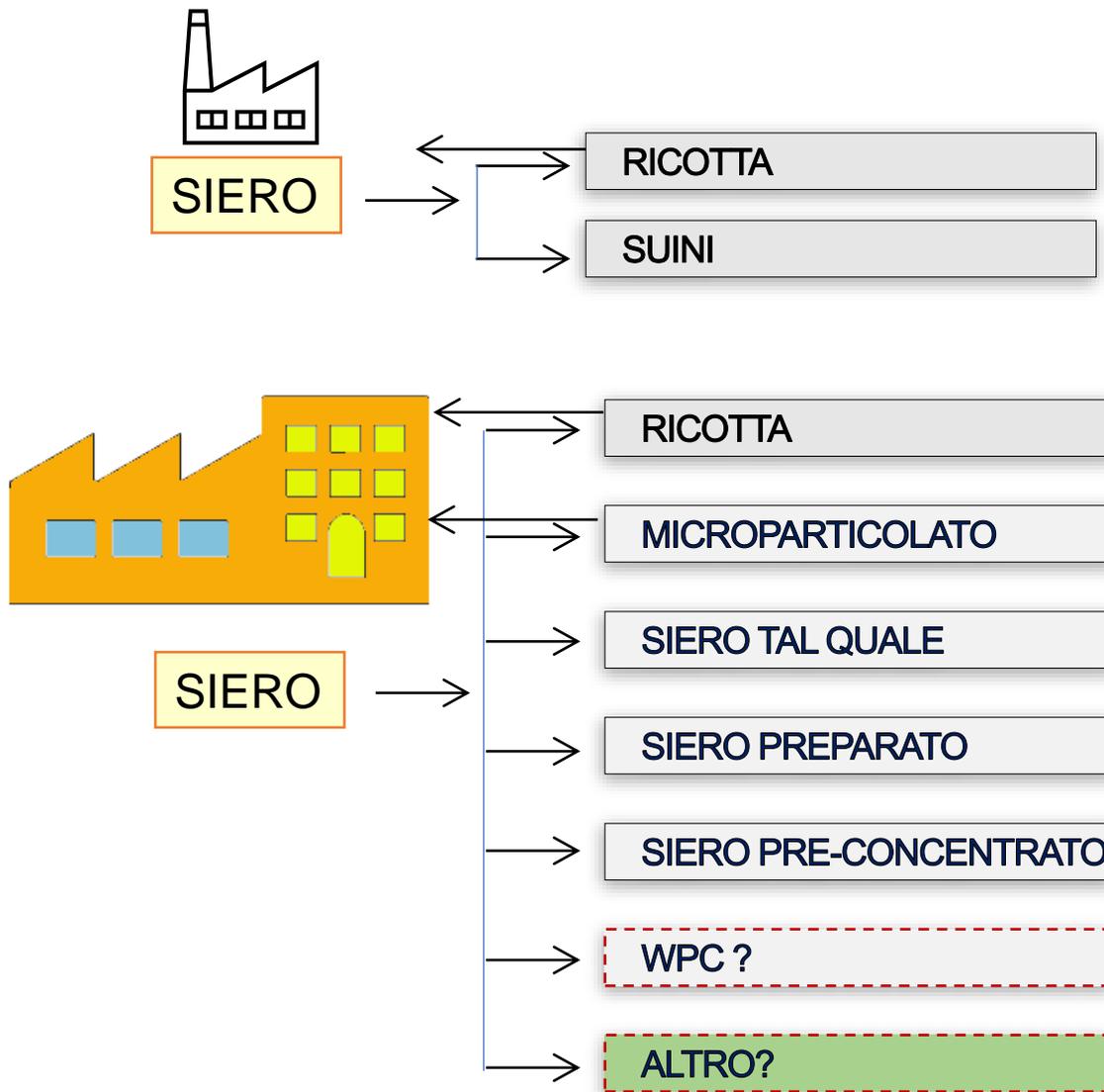
SCIENZA E TECNICA  
LATTIERO - CASEARIA



## UTILIZZO DEI SIERI



# UTILIZZO DEI SIERI



DAL SIERO-SOTTOPRODOTTO  
.....AL SIERO-MATERIA PRIMA



## VALORIZZAZIONE SIERI

mediante ottimizzazioni dei processi di trattamento sieri in caseificio

Gli interventi di valorizzazione possono comportare diverse implicazioni.

INVESTIMENTI DI  
EFFICIENTAMENTO  
IN LINEE GIÀ ESISTENTI

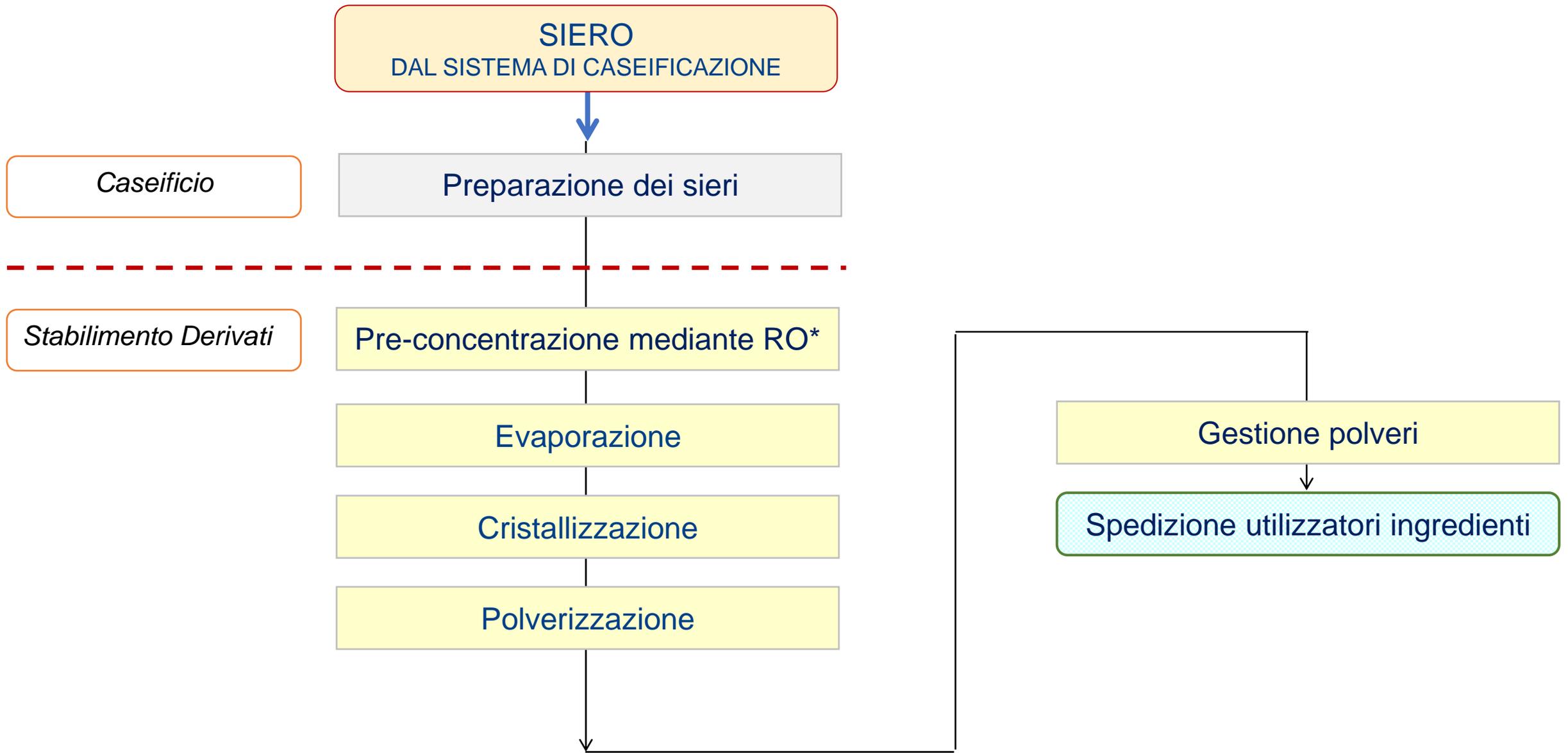
INVESTIMENTI PER  
INTEGRAZIONE DI  
ULTERIORI STEPS DI  
PROCESSO

VARIAZIONI  
NELLE MODALITÀ  
ORGANIZZATIVE

MONITORAGGIO  
PER VERIFICA DEI KPI  
(key performance  
indicators)

**Ogni intervento deve trovare una adeguata remunerazione del valore dei sieri.**

# PERCORSO CONVENZIONALE DEI TRATTAMENTI SIERI



\*RO=Reverse Osmosi (Osmosi inversa)

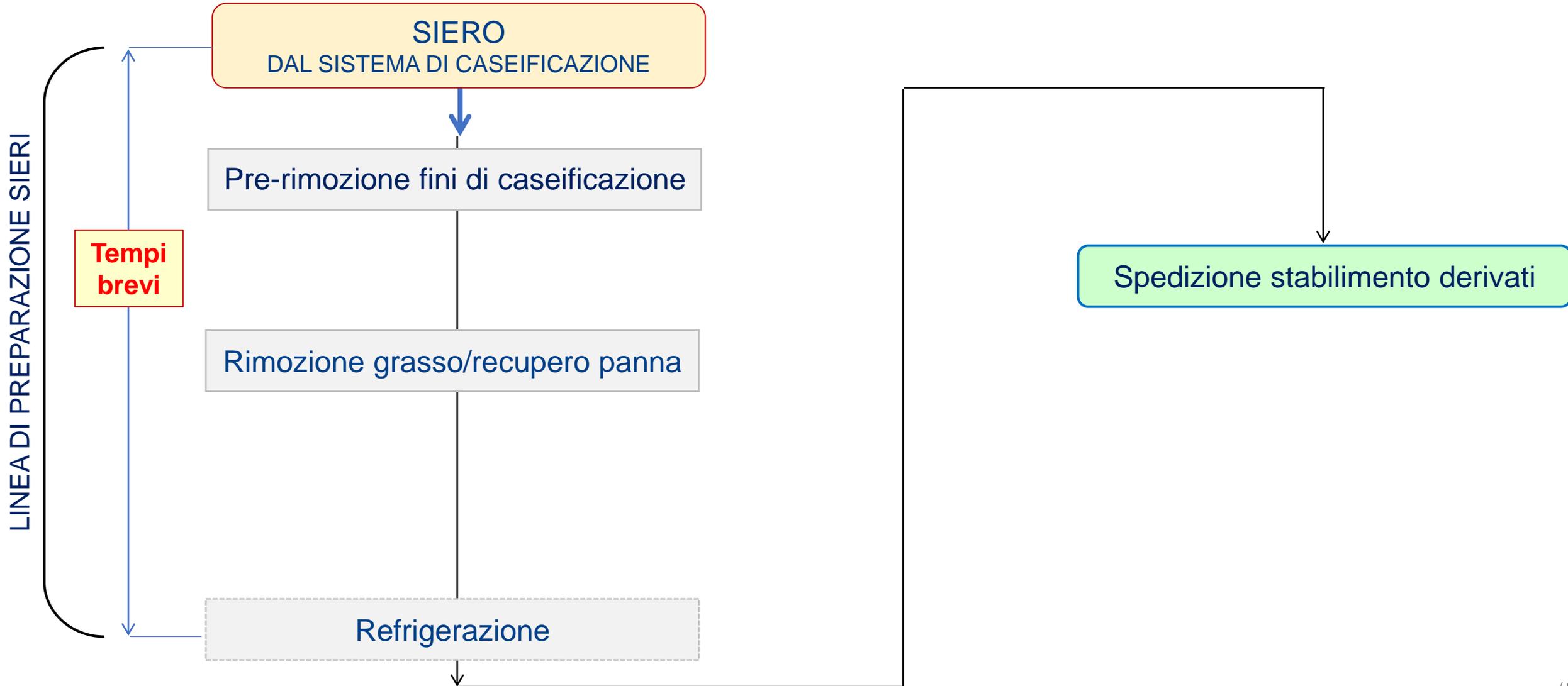


# SIERI IN CASEIFICIO

I PROCESSI DI TRATTAMENTO

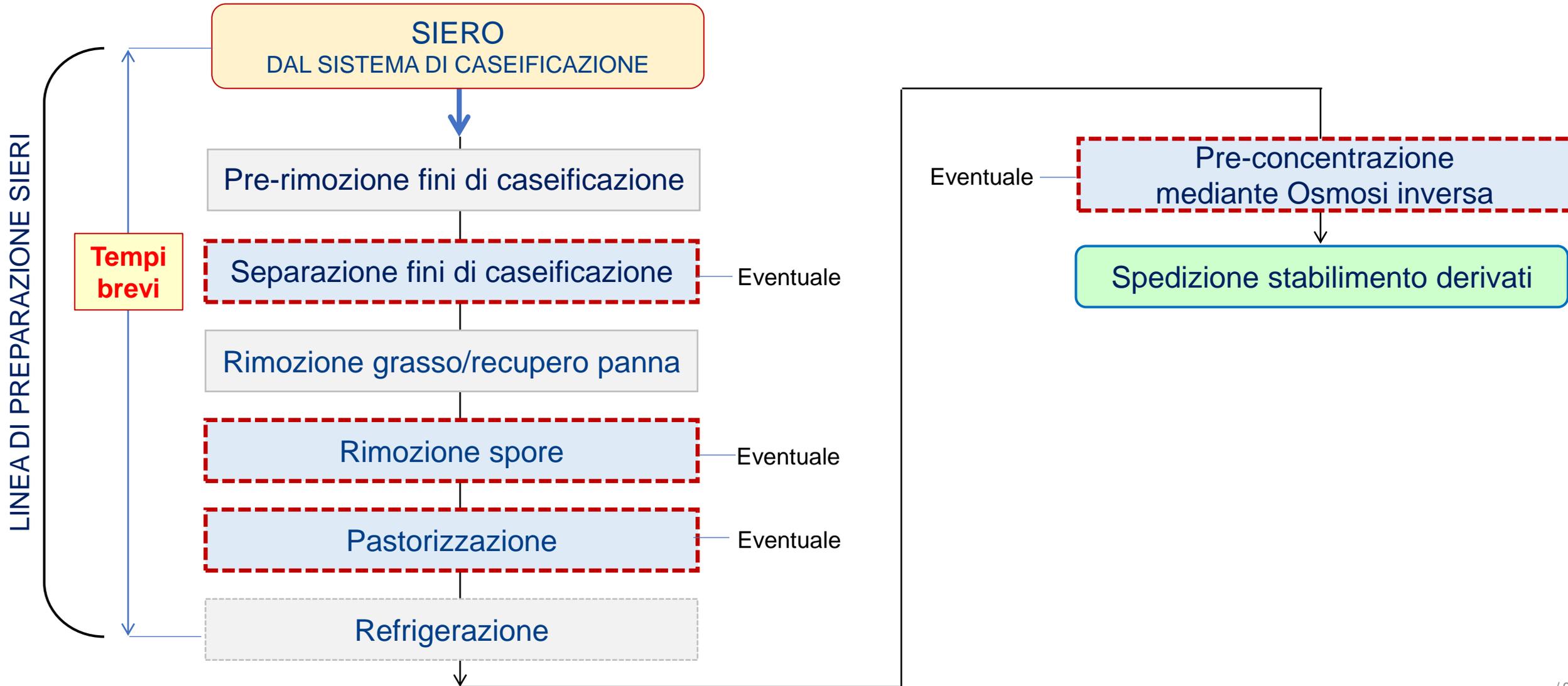
# SIERI - PROCESSI DI TRATTAMENTO IN CASEIFICIO

## Percorso convenzionale di preparazione sieri



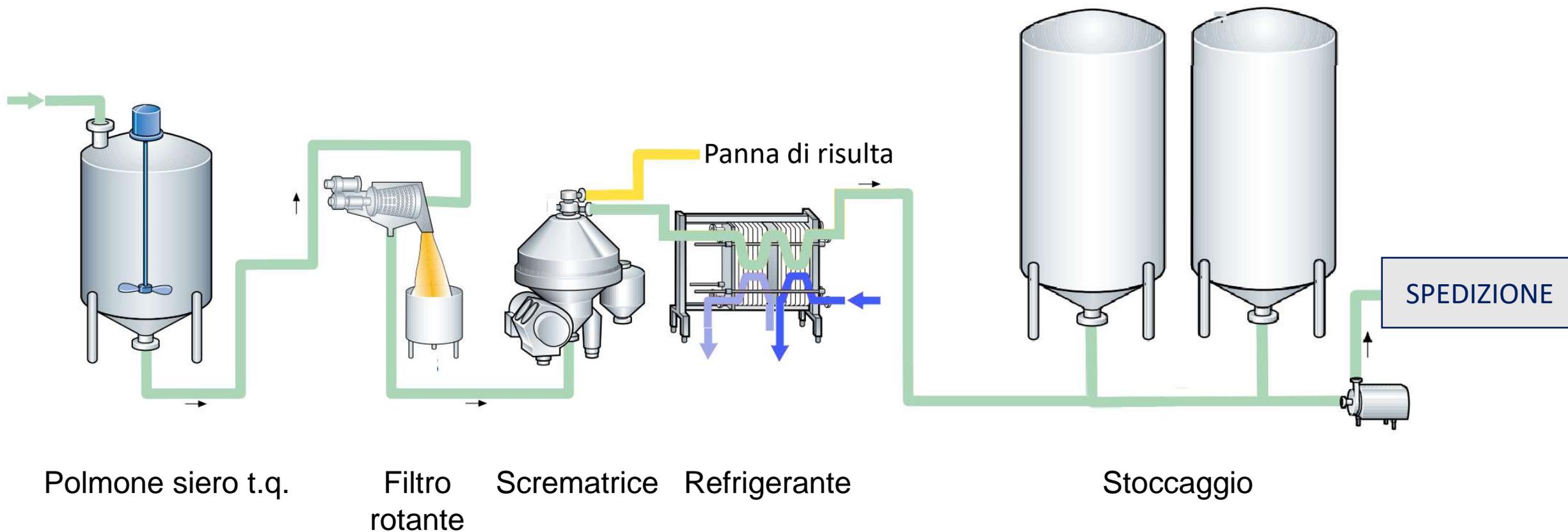
# SIERI - PROCESSI DI TRATTAMENTO IN CASEIFICIO

## Percorso di preparazione sieri, con eventuali «nuovi» steps



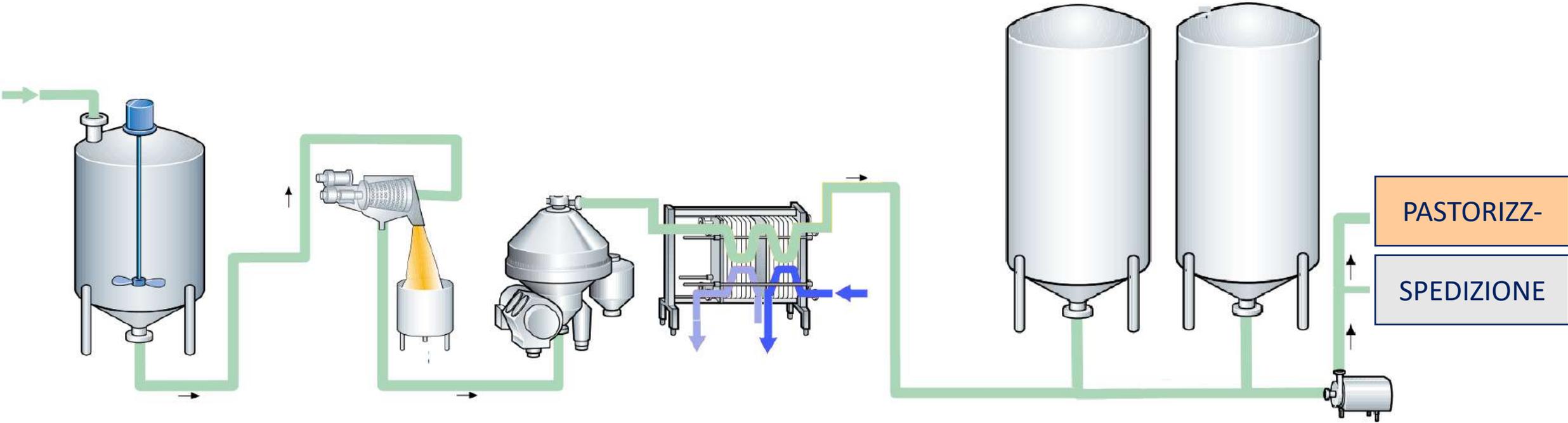
## SIERI - PROCESSI DI TRATTAMENTO IN CASEIFICIO

### Pre-rimozione fini, rimozione grasso, refrigerazione



# SIERI - PROCESSI DI TRATTAMENTO IN CASEIFICIO

## Pre-rimozione e rimozione fini, refrigerazione



Polmone siero t.q.

Filtro rotante

Pulitrice

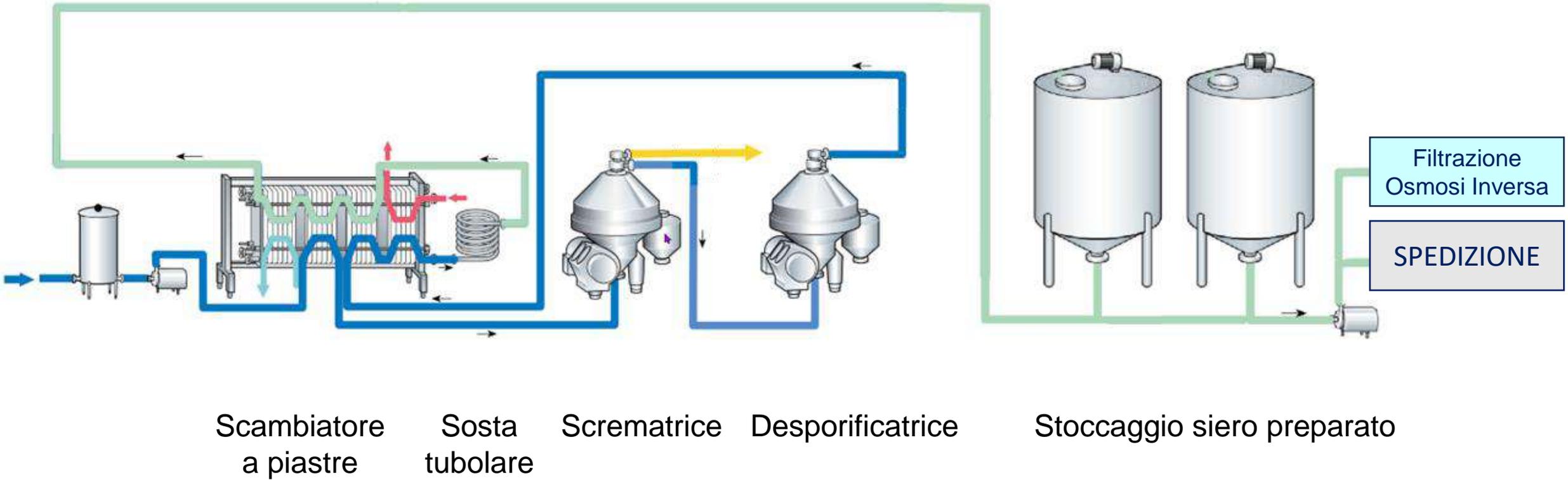
Refrigerante

Stoccaggio

PASTORIZZ-  
SPEDIZIONE

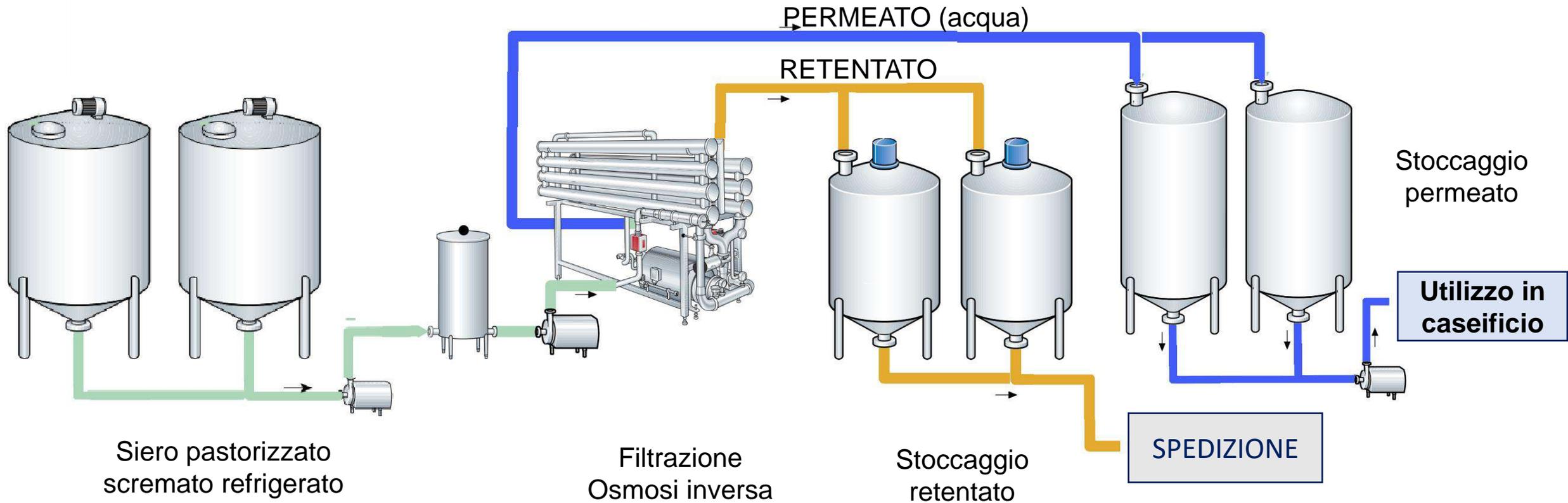
# SIERI - PROCESSI DI TRATTAMENTO IN CASEIFICIO

## Scrematura, desporificazione, pastorizzazione



# SIERI - PROCESSI DI TRATTAMENTO IN CASEIFICIO

## Pre-concentrazione per Osmosi Inversa, spedizione retentato



VALORIZZAZIONE DEI SIERI

**OTTIMIZZAZIONI DEI PROCESSI DI TRATTAMENTO SIERI IN CASEIFICIO**

▶ **Apparecchiature principali**

## Pre-rimozione fini

### Tipologia apparecchiature

Vibrovaghi, filtri a spazzole rotanti, filtri statici a scambio.  
Presenti in molti caseifici: apparecchiature integrative, non alternative alle pultrici centrifughe

### Funzione

Rimozione fini di caseificazione dal siero

### Prestazione

Separazione fini di «grandi» dimensioni

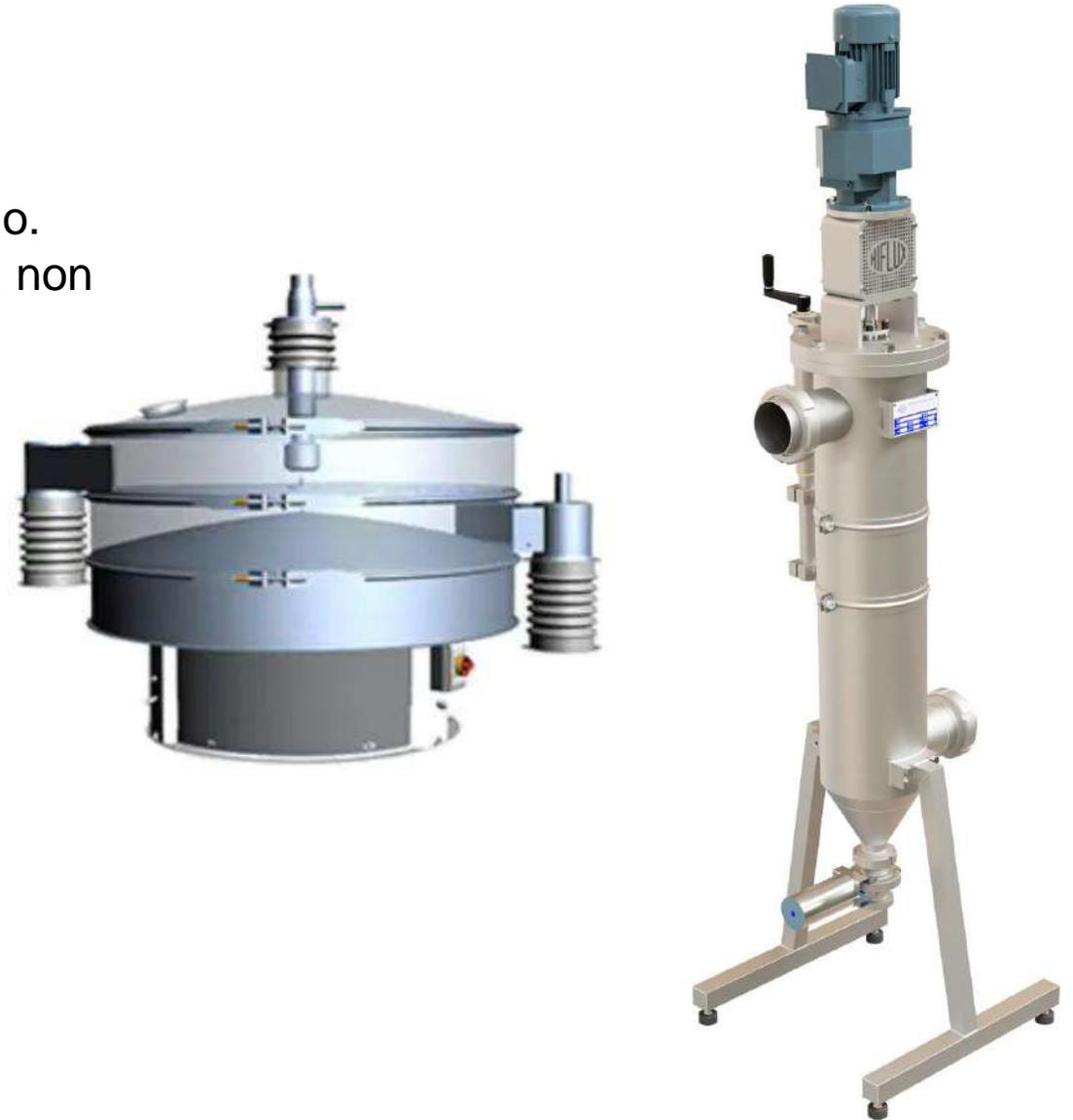
### Effetti positivi

Ausilio alla minimizzazione dei solidi sedimentabili

### Effetti negativi

Scarsa o mediocre lavabilità CIP

Tendenza ad inglobare aria



## Separazione centrifuga



SCREMATRICE

**Sempre**



PULITRICE

**Rara**



DESPORIFICATRICE  
(«bactofuga»)

**Rara**

Presenza in  
caseificio

## Separazione centrifuga



È LA PRESTAZIONE RICHIESTA CHE FA LA PORTATA

SCREMATRICE

PULITRICE

DESPORIFICATRICE  
(«bactofuga»)

Presenza in  
caseificio

**Sempre**

**Rara**

**Rara**

# Separazione centrifuga

**Fattori  
che influenzano  
le prestazioni  
di separazione**

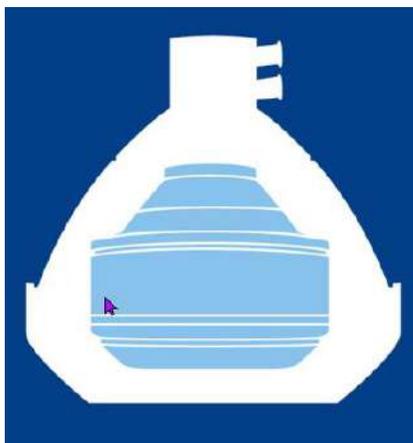
Temperatura siero

Contenuto di fini di caseificazione

Pre-trattamenti

Tempi in produzione (separazione)

Portate



## Funzioni

- Recupero grasso (tradizionale)
- Rimozione massima grasso (importanza crescente)

## Prestazioni

- Grasso residuo del siero: 0,05% (metodo gravimetrico Rose-Gottlieb)
- Concentrazione panna: 20-30% (tradizionale); anche 40%

## Scarichi («speri») attesi

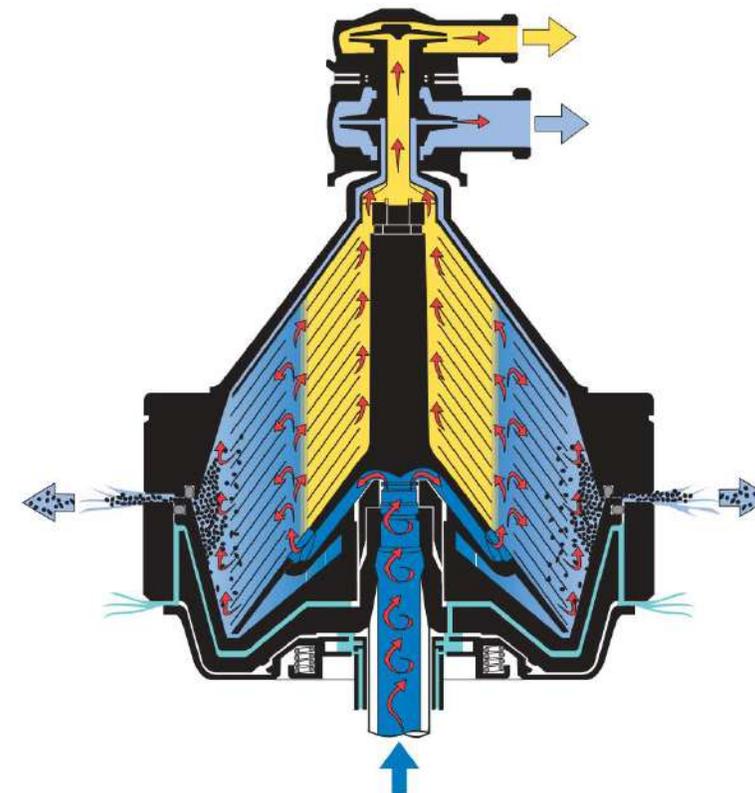
2/3 all'ora

## Effetti positivi

Favorisce la prestazione ottimale della filtrazione a membrane a valle

Svolge un blando effetto di desporificazione

Blanda rimozione di solidi sedimentabili



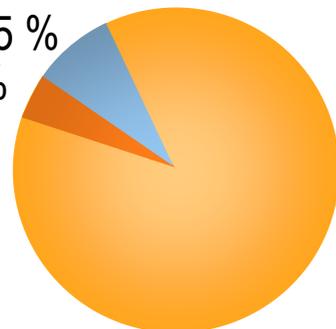
### Effetti negativi

Perde progressivamente efficienza di separazione, se non si attua la protezione con filtri e/o pulitrici, prevenendo un eccessivo sporcamento dei dischi.

### Condizioni ottimali di lavoro

- Migliore efficienza attorno ai 43-50 °C
- Portata stabile
- Continuità di portata
- Controllo automatico titolo panna
- Protezione a monte da parte di una pulitrice
- Lavaggio CIP intermedio (se necessario)

SSG 6,5 %  
Grasso 0,3 %



100  
**SIERO**



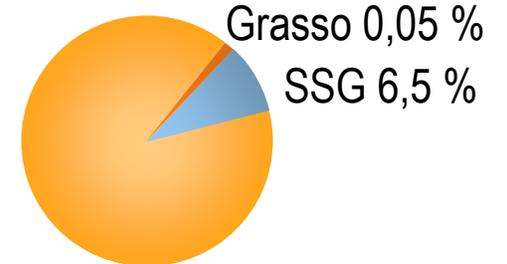
### PANNA DI SIERO



Grasso 30–40 %  
SSG 3,9 %

1,0

98,7



Grasso 0,05 %  
SSG 6,5 %

### SIERO MAGRO

0,3

(Liquido 80%, fini, sedimenti, spore, proteine etc)

SSG=solidi senza grasso

## Fattori critici per la prestazione di scrematura

Una scrematrice **non** è una pulitrice.

La scrematrice del siero – se non è preceduta da filtri o pulitrici - è esposta ad una progressiva perdita di efficienza di separazione.

Qualche esempio preso dal campo:

Fini presenti nel siero	Rimozione fini	Perdita di efficienza entro
100-200 mg/L	Senza	3-5 ore
100-300 mg/L	Filtro rotante	4-8 ore
100-300 mg/L	Pulitrice centrifuga	15 ore ed oltre



## Funzione

Rimozione fini di caseificazione

## Prestazione

Separazione fini «micro» (0,1~ 0,01%)

## Scarichi («spari») attesi:

2-3 all'ora (volumi attorno allo 0,3% del flusso)

## Effetti positivi

Favorisce la prestazione ottimale della scrematrice a valle

Svolge un discreto effetto di desporificazione

Svolge un blando effetto di debatterizzazione

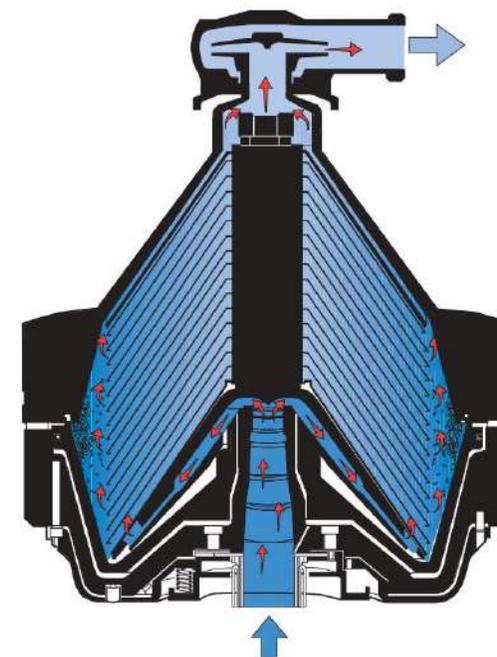
Attenua i rischi di fermentazione

## Pre-trattamenti

Opportuna la protezione con filtri, per prevenire l'eccessivo sporramento dei dischi.

## Massima efficienza

Attorno ai 40, meglio 50 °C.



## Funzioni

- Principale: Desporificazione (spore aerobiche, anaerobiche)
- Secondaria: Debatterizzazione

## Prestazioni

- Desporificazione generale: >90 %
- Desporificazione specifica in condizioni ottimali
  - Anaerobiche: anche 98%
  - Aerobiche: anche 95%
- Debatterizzazione: 70-85% (alta variabilità)

## Scarichi («spari») attesi

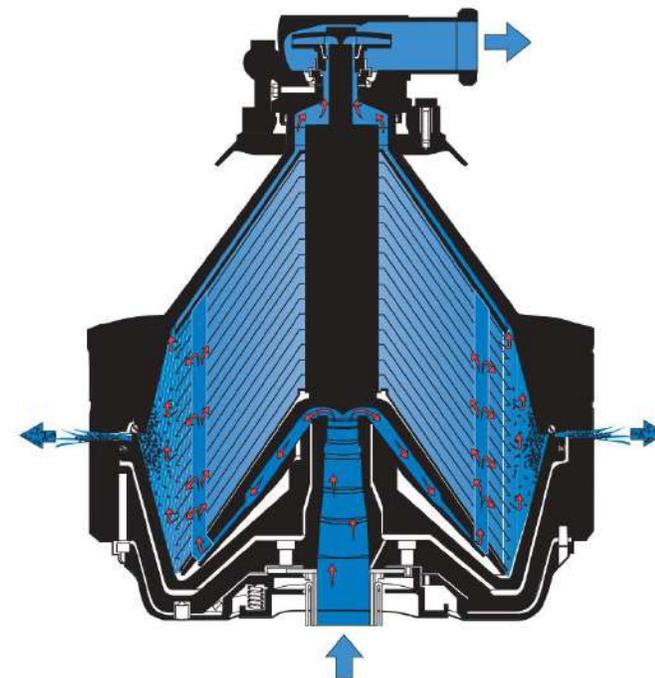
1-2 all'ora (volumi attorno allo 0,3% del flusso)

## Effetti positivi

Favorisce la rimozione delle spore nei sieri destinati al ingredienti «food» (od anche «infant formula»)

## Condizioni ottimali

Richiede almeno la presenza di una scrematrice (ideale: una pulitrice)  
Migliore efficienza: 45-50 °C, portata stabile e continua



### Lavaggi CIP dei separatori

Per assicurare un adeguato livello di prestazione, il momento del lavaggio è fondamentale per ripristinare le superfici di contatto. Una separatore che rimane «sporco» dopo un lavaggio CIP mette a repentaglio la prestazione nelle sessioni di lavoro successive.

Si tenga presente che i separatori sono normalmente integrati in linee, i cui sporcamenti possono sovraccaricare la capacità di auto-pulizia dei separatori.

### Consumi idrici ed energetici dei separatori

In sintesi:

Energia elettrica	Aria compressa
Acqua per flussaggi	Liquidi CIP di linea
Acqua per raffreddamento	

## Funzioni della pastorizzazione

Inattivazione di:

- Carica batterica
- Enzimi del caglio
- Batterii dei fermenti

## Trattamento termico di riferimento

Tipico: 72 °C, 15 sec di sosta

## Programma termico

5-43/50→(screma→despo)→66-72-10 °C

## Prestazioni

Recupero termico: oltre il 90%

Continuità di trattamento: 8-10 ore

## Precauzioni

Protezione con filtri-pulitrici-scrematrici, per prevenire eccessivo sporco delle superfici di scambio.

Assenza di aria (accelera lo sporco)



## Limiti della sessione di pastorizzazione

- Sporco progressivo da precipitazioni di fosfati di calcio
- Incremento progressivo della carica batterica del siero pastorizzato in uscita

## CONSIDERAZIONI SULLA PREPARAZIONE DEI SIERI

### **Durata delle sessioni di lavoro**

Scrematrici, desporificatrici – se preceduti da filtri e pulitrici – sono in grado di assicurare sessioni continuative di 15-20 ore.

Nelle industrie con gestione avanzata dei sieri, le sessioni di lavoro sono tendenzialmente attorno alle 8 ore, massimo 10 ore, con esecuzione di cicli CIP completi (attorno a 90-120 min). Per poi riprendere con la sessione successiva.

Nel mondo, nei caseifici di grandi dimensioni le linee di trattamento termico sono frequentemente doppie.

### **Consumi idrici ed energetici delle unità di pastorizzazione**

In sintesi:

Energia elettrica	Acqua gelida per refrigerazione
Vapore industriale (per preparatore acqua calda)	Aria compressa
Acqua potabile per flussaggi a perdere	Liquidi CIP oppure detergenti concentrati

VALORIZZAZIONE DEI SIERI

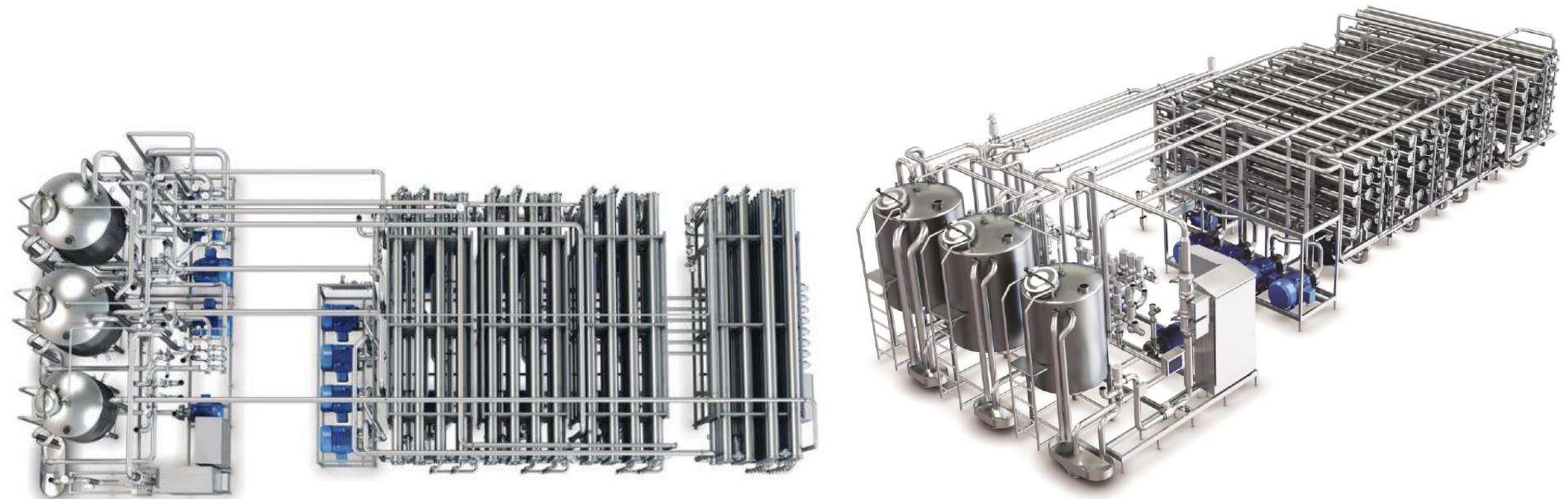
**OTTIMIZZAZIONI DEI PROCESSI DI TRATTAMENTO SIERI IN CASEIFICIO**

- ▶ **Unità di pre-concentrazione mediante Osmosi Inversa (RO**

## **OSMOSI INVERSA**

Tecnologia basata su membrane filtranti per

- Concentrazione della sostanza secca (RETENTATO)
- Rimozione di «acqua» (PERMEATO)



## Scopi

- Riduzione dei costi di trasporto allo stabilimento dei derivati di Siero.
- Conseguimento di semilavorato con risparmi energetici in evaporazione
- Recupero di acqua dal siero (in caseificio)

## Prestazioni

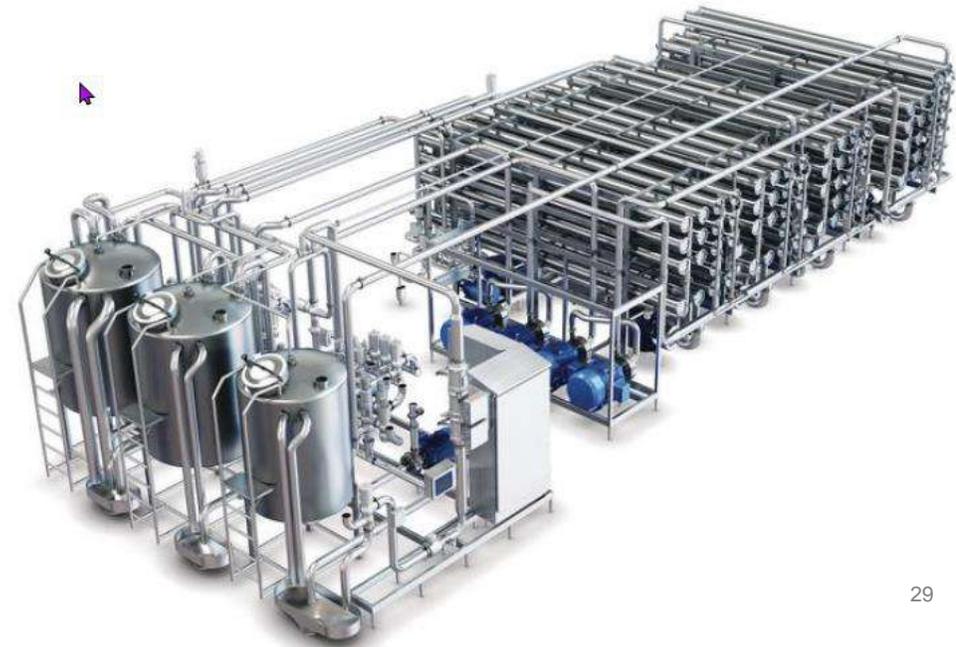
- Concentrazione convenzionale: 3x (18% S.S.)
- Concentrazione possibile: 5x (30% S.S.)
- Concentrazione possibile: 5x (30% S.S.)  
con extra RO Polishing per basso COD: <20 ppm

## Operatività

- Sessioni di lavoro tipiche: anche sino a 20 ore/giorno (10 °C)
- Sessioni di lavaggio CIP: 4 ore

## Effetti positivi

Produzione di acqua (anche per autolavaggio CIP)



## Condizioni ottimali di lavoro

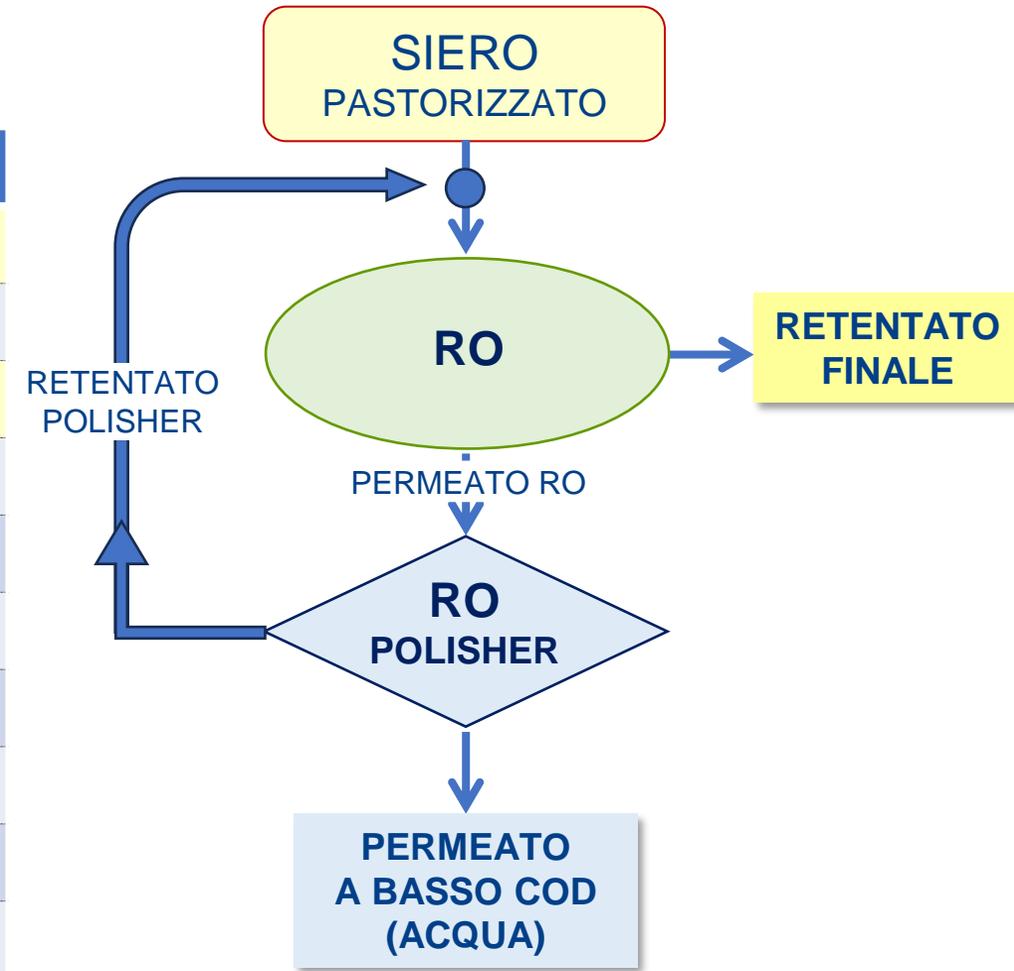
Caratteristiche siero	Requisiti siero	Note
Siero, tipologia	Dolce, fresco, buona qualità	<i>pH sempre superiore a 5,8</i>
Temperatura in alimentazione	10 °C	
pH ideale	5,9-6,0	<i>Eventuale uso di acido citrico, per prevenire le precipitazioni di fosfati di calcio</i>
Fini di caseificazione residui	< 0,1%	<i>Filtrazione più efficace con lo 0,01%</i>
Tenore di grasso residuo	< 0,06%	
Pastorizzazione	72 °C, per 15 sec. di sosta	<i>Temperature superiori sconsigliabili</i>
$\Delta t$ max.prodotto/fluido di riscald.	2 °C	
Presenza di aria	Esente da inglobamenti	

## BILANCIO DI MASSA

Siero dolce, sottoposto a trattamento ottimale, 10 °C

Fattore di concentrazione: FC = 5, con RO Polisher  
(20 ore continuative)

		Alimentazione	Permeato	Retentato
<b>Capacità</b>	[kg/h]	10.400	8.337	2.063
<b>Indice capacità</b>		100	<b>80 %</b>	<b>20 %</b>
<b>Solidi totali</b>	[%]	6,00	0,06	<b>30,00</b>
<i>Proteine vere</i>	[%]	0,60	<i>tracce</i>	3,03
<i>Azoto non proteico</i>	[%]	0,20	0,03	0,78
<i>Lattosio</i>	[%]	4,50	0,03	22,67
<i>Acido</i>	[%]	0,15	<i>tracce</i>	0,75
<i>Ceneri</i>	[%]	0,50	<i>tracce</i>	2,52
<i>Grasso</i>	[%]	0,05	0,00	0,25
<i>COD</i>	[ppm]		<20	



## Costi operativi

SERVIZI	Produzione	CIP
ENERGIA ELETTRICA	X	X
ACQUE DI LAVAGGIO CIP		X
ACQUA DI RAFFREDDAMENTO	X	X
VAPORE INDUSTRIALE		X
ARIA COMPRESSA	X	X

CONSUMI
MEMBRANE RO
DETERGENTI SPECIALIZZATI A PERDERE



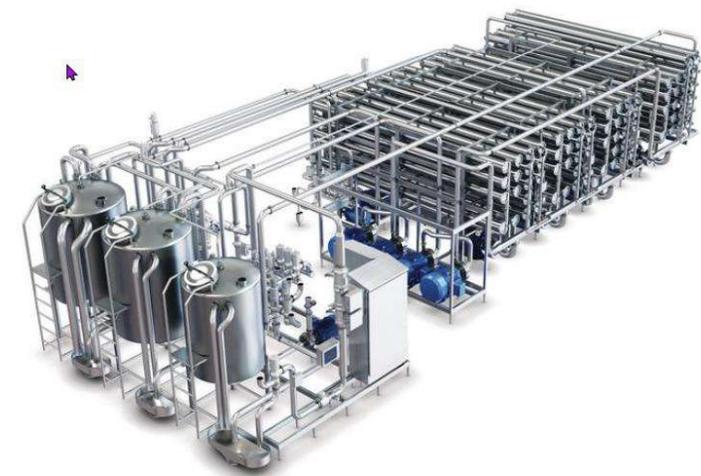
## Esempio di unità Osmosi Inversa

**Portata: 10.000 l/h, 10 °C**

**Fattore di concentrazione: FC = 5, con RO Polisher**  
(20 ore continuative)

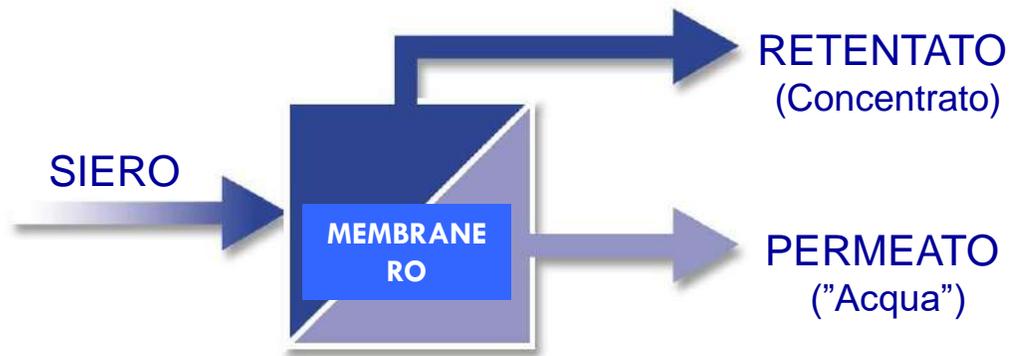
SERVIZI	Produzione	CIP
ENERGIA ELETTRICA	80 kWh	53 kWh
ACQUE DI LAVAGGIO CIP		34 m <sup>3</sup>
ACQUA DI RAFFREDDAMENTO	54 kWh t	47 kWh t
VAPORE INDUSTRIALE		688 kWh t

Consumi detergenti	Fasi CIP	L per ciclo
P3-Ultrasil 69 New	Alcalina	17,0
P3-Ultrasil 67	Enzimatica	13,0
P3-Ultrasil 75	Nitrico/fosforico	13,0
P3-Ultrasil 110	Alcalina	37,0



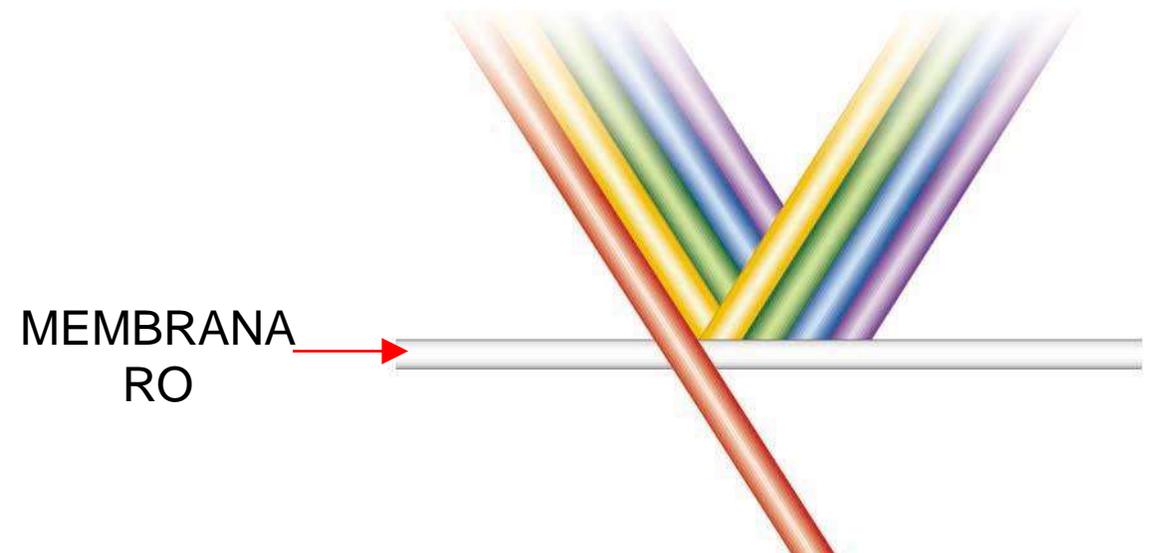
# Pre-concentrazione mediante Osmosi Inversa (RO)

## PRINCIPIO DI SEPARAZIONE



L'osmosi inversa è un processo di filtrazione tangenziale operante ad alta pressione (30-40 bar). Le membrane permettono il passaggio solamente all'acqua e tracce di acido lattico e alcuni componenti organici.

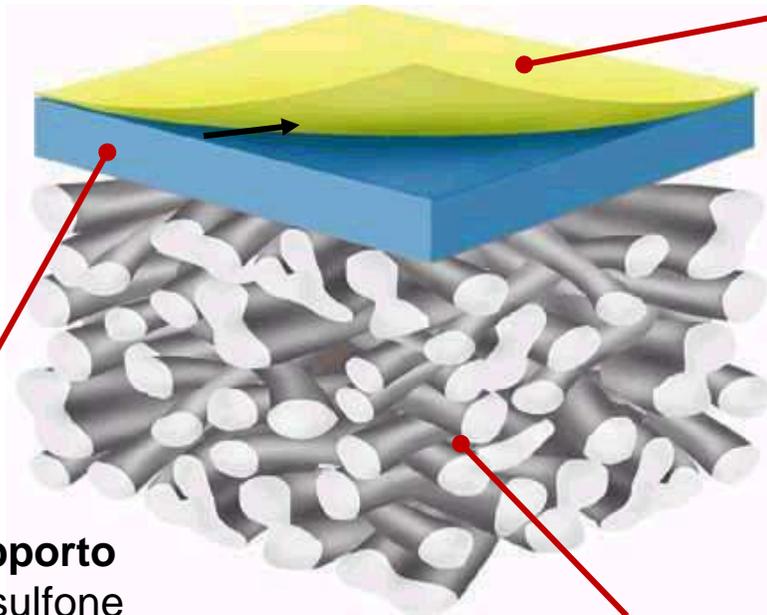
## SELETTIVITÀ DI SEPARAZIONE



- Acqua
- Sali disciolti
- Zuccheri, amminoacidi
- Proteine, polisaccaridi
- Particolati, colloidi, batteri

# Pre-concentrazione mediante Osmosi Inversa (RO)

## STRUTTURA DI MEMBRANA RO

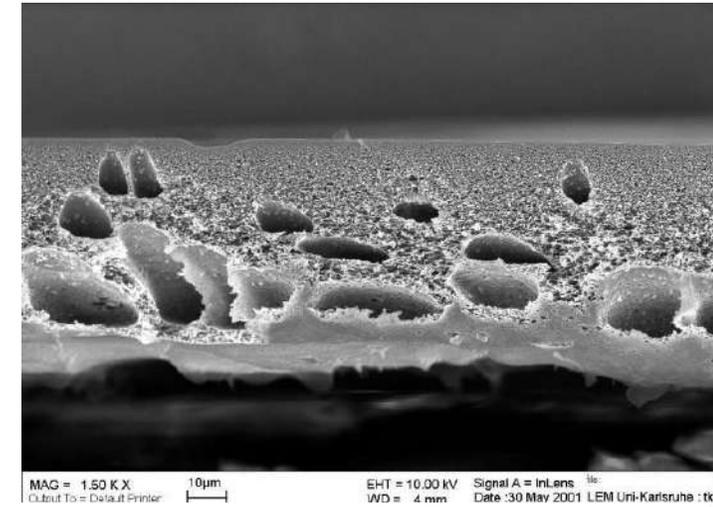


**Strati membrana**  
PA – Poliammide  
0,25 micron

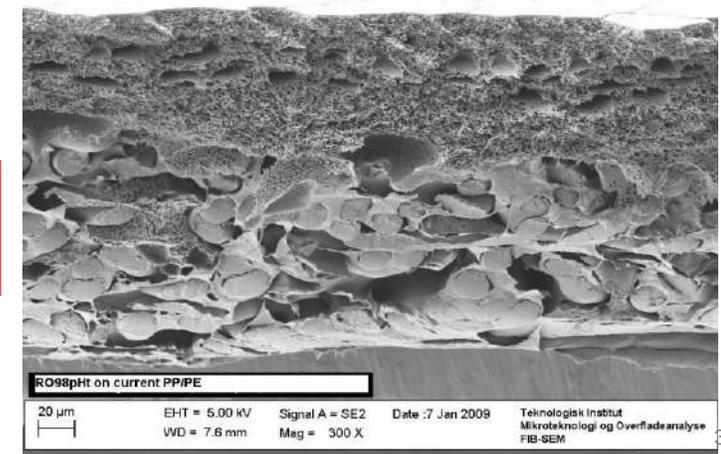
**Rete di supporto**  
PSO – Polisulfone  
40-100 micron

**Supporto**  
PE – Polietilene  
PP - Polipropilene  
100 - 200 micron

PORI

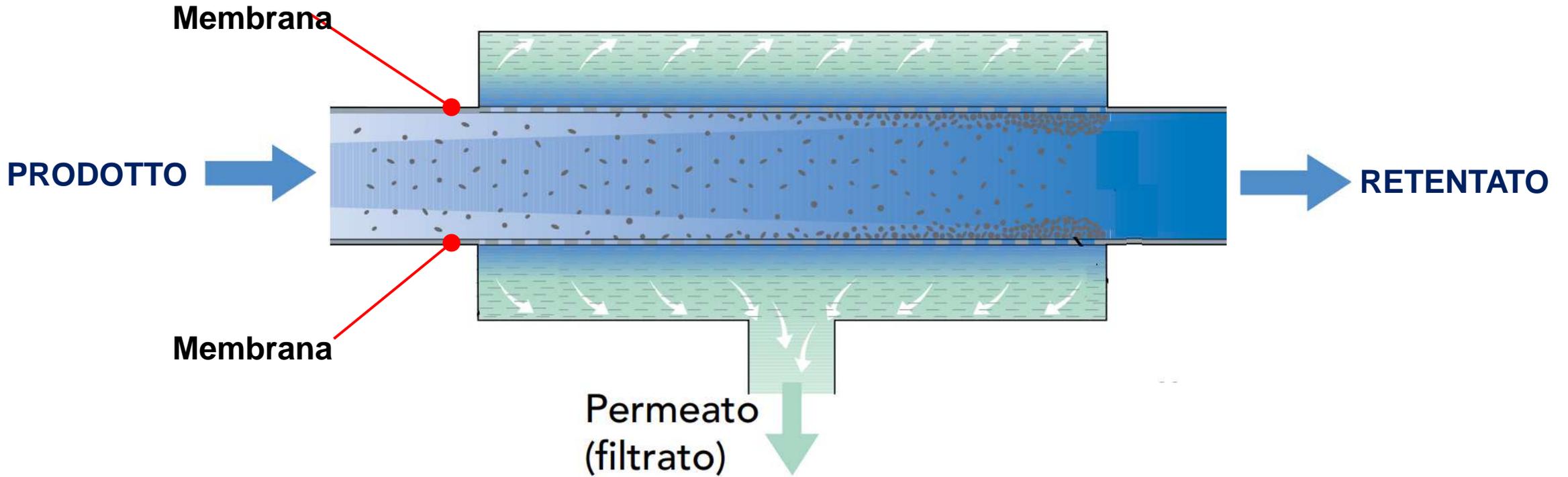


SEZIONE  
DI LATO



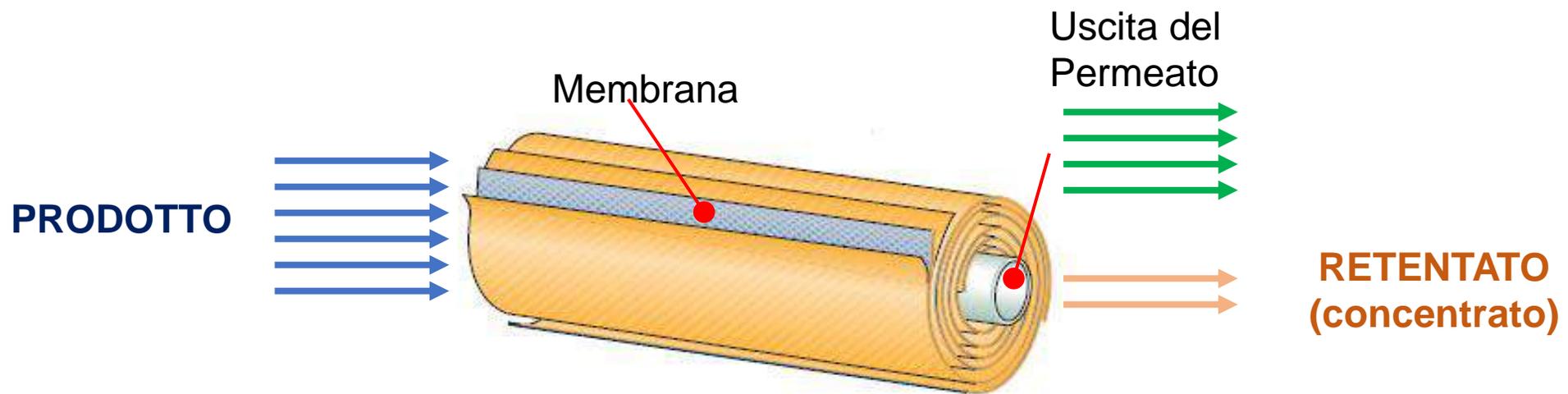
# Pre-concentrazione mediante Osmosi Inversa (RO)

PRINCIPIO DI SEPARAZIONE  
FILTRAZIONE TANGENZIALE



# Pre-concentrazione mediante Osmosi Inversa (RO)

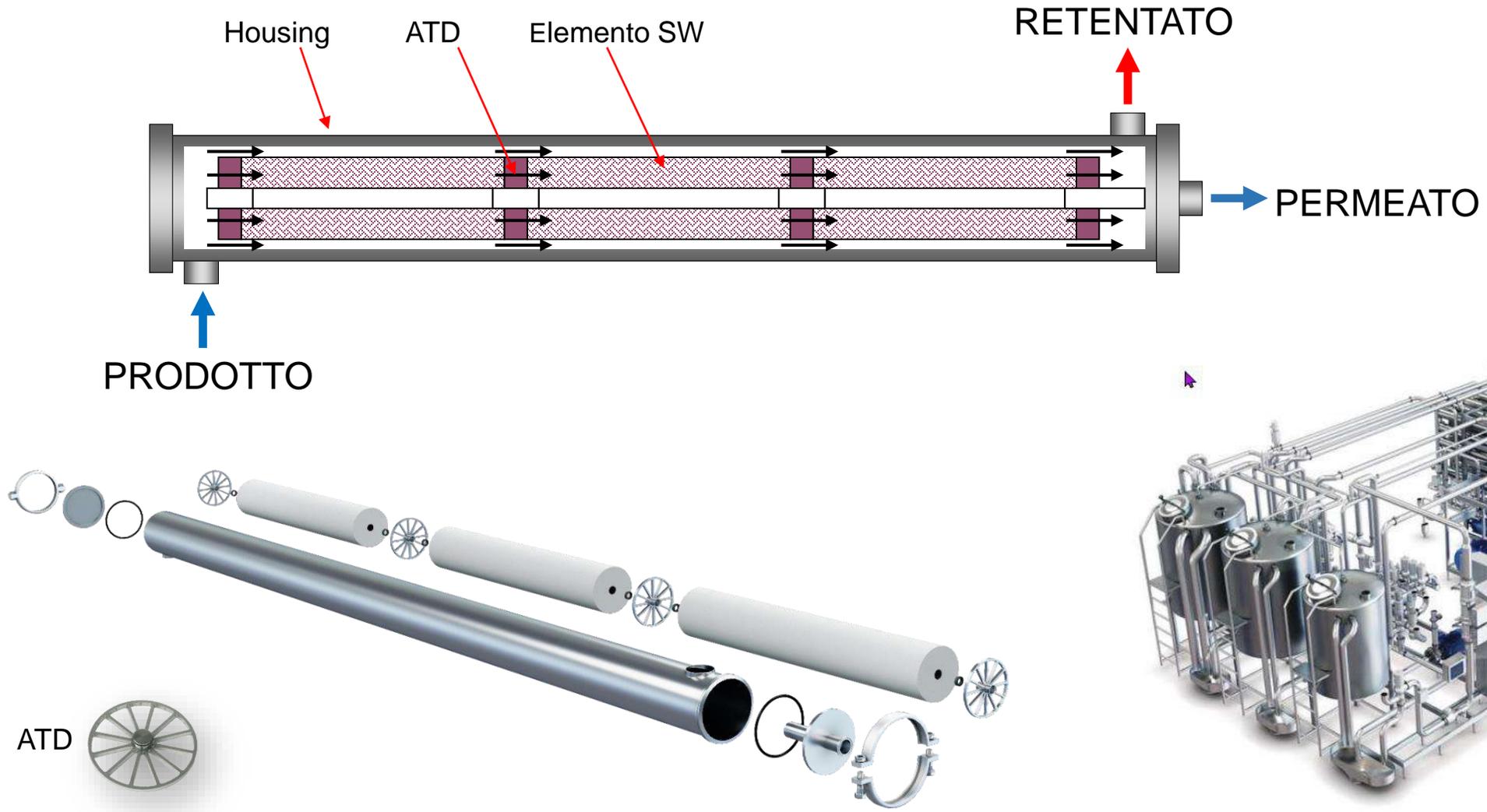
MEMBRANE CON AVVOLGIMENTO A SPIRALE (SW=Spiral-wound)



# Pre-concentrazione mediante Osmosi Inversa (RO)



# Pre-concentrazione mediante Osmosi Inversa (RO)



VALORIZZAZIONE DEI SIERI

**OTTIMIZZAZIONI DEI PROCESSI DI TRATTAMENTO SIERI IN CASEIFICIO**

▶ **CONCLUSIONE**

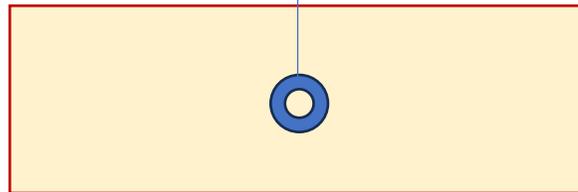
# GOVERNARE IL SIERO

Il fattore avverso alla qualità del siero è ...il tempo!

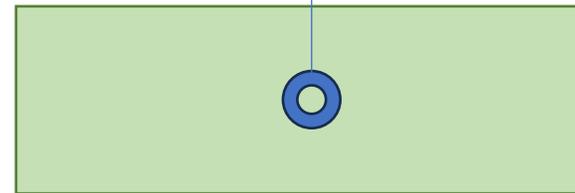
<b>PREPARAZIONE E MIGLIORAMENTO DEI SIERI</b>	<b>RIMOZIONE FINI EFFICIENTE</b>	<b>PASTORIZZAZIONE</b>
	<b>SCREMATURA EFFICIENTE</b>	<b>REFRIGERAZIONE</b>
	<b>DESPORIFICAZIONE</b>	<b>PRE-CONCENTRAZIONE A MEZZO RO</b>

# GOVERNARE IL SIERO

SOTTOPRODOTTO  
DI CASEIFICIO



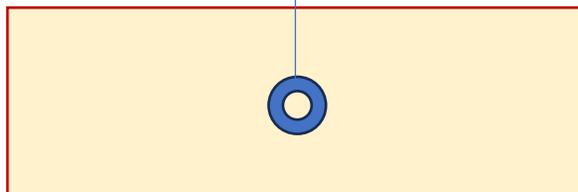
MATERIA PRIMA  
PER DERIVATI DI SIERO



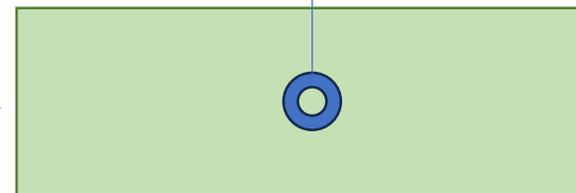
# GOVERNARE IL SIERO

SOTTOPRODOTTO  
DI CASEIFICIO

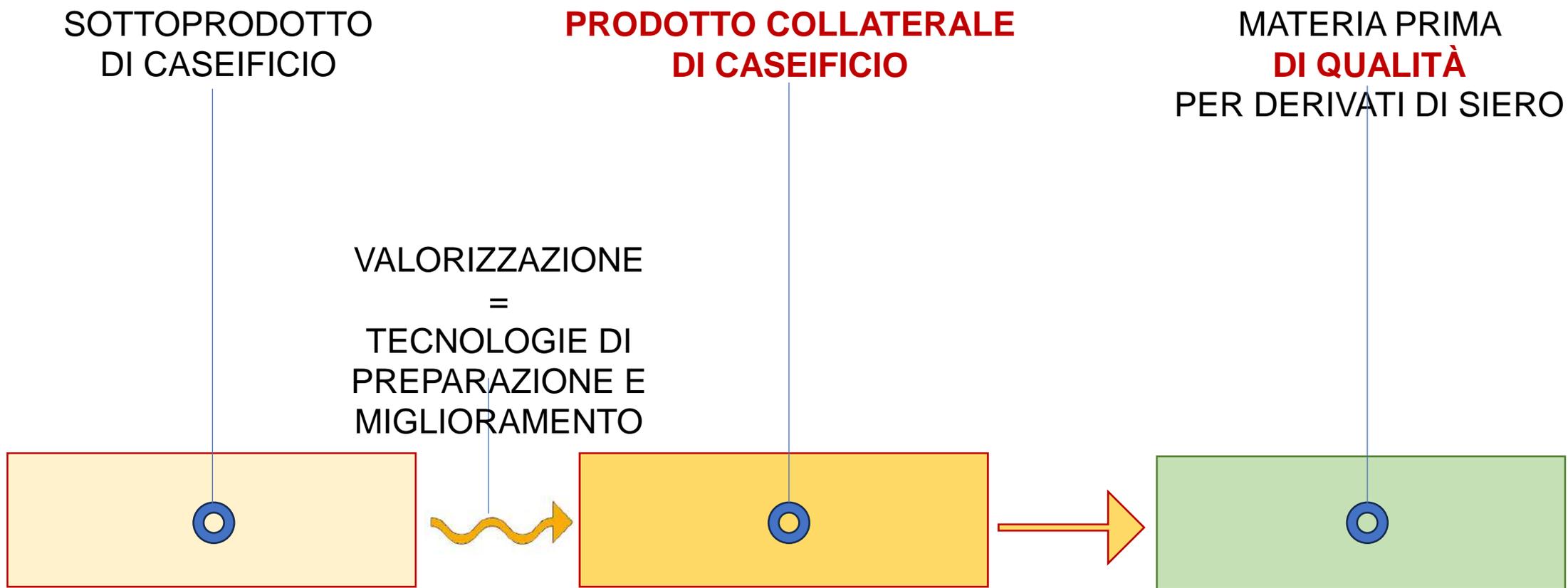
VALORIZZAZIONE  
=  
TECNOLOGIE DI  
PREPARAZIONE E  
MIGLIORAMENTO



MATERIA PRIMA  
PER DERIVATI DI SIERO



# GOVERNARE IL SIERO



Latte **PIÙ**

Quine  
EMPOWERING MINDS

**GRAZIE**

**GIUSEPPE ARIENTI**

**gius.arienti@gmail.com**

**SCIENZA E TECNICA  
LATTIERO - CASEARIA**

