

DOVE STA ANDANDO IL SIERO?

Innovazioni nelle tecnologie di concentrazione

Ermanno Davico
2 Dicembre 2014





Qualche acronimo.....per cominciare.

Area	Acronimi		Italiano
Filtrazione	RO	<i>Reverse Osmosis</i>	Osmosi inversa
	HiRO	High Reverse Osmosis	Osmosi avanzata
	RO polishing	<i>Reverse Osmosis Polishing</i>	Separazione acqua da permeato RO
	UF	<i>Ultrafiltration</i>	Ultrafiltrazione
	NF	<i>Nanofiltration</i>	Nanofiltrazione
	MF	<i>Microfiltration</i>	Microfiltrazione
	ED	<i>Electrodialysis</i>	Elettrodialisi
Varie	IEx	<i>Ion Exchange</i>	Scambio ionico
Evaporazione	MVR	<i>Mechanical vapour recompression</i>	Ricomprensione meccanica vapori
	TVR	<i>Thermal vapour recompression</i>	Ricomprensione termica vapori
Prodotti	WPC	Whey Proteins concentrate	Concentrato di sieroproteine
	WPI	Whey proteins isolate	Isolati di sieroproteine
	DWP	Demineralised whey powders	Polvere di siero demineralizzata
	D40 -70 -90	Partially demineralized whey	Siero parzialmente demineralizzato
	SS		Sostanza secca



DOVE STA ANDANDO IL SIERO?

Una materia seconda che è diventata materia prima.....in alcune realtà casearie internazionali.

Per l'industria alimentare, il siero è una scoperta recente.
In meno di una generazione, sono “esplosi” i prodotti ricavabili .

Le tecnologie applicabili si sono moltiplicate e sono tuttora in fase evolutiva.

Pertanto le infrastrutture di produzione dei derivati di siero sempre più frequentemente sono **COMBINAZIONI DI TECNOLOGIE**, e sempre meno organizzate per dorsali tecnologiche convenzionali. Il che rende arduo qualsiasi tentativo di classificazione.

Questa breve presentazione si prefigge - alla luce delle condizioni italiane- di fornire indicazioni industriali “fattibili”, tralasciando i derivati avanzati che sono saldamente gestiti da grandi operatori internazionali che si caratterizzano per elevate capacità tecnologiche, dimensioni industriali e soprattutto ramificazione delle reti commerciali.



DOVE STA ANDANDO IL SIERO in Italia?

DA



A

RIFIUTO



PRODOTTO

“FEED”



“FOOD” e “BABY FOOD”

MONOPRODOTTO



MOLTEPLICI DERIVATI

BASSO VALORE AGGIUNTO



MEDIO VALORE AGGIUNTO

TECNOLOGIE SEMPLICI



TECNOLOGIE COMPLESSE

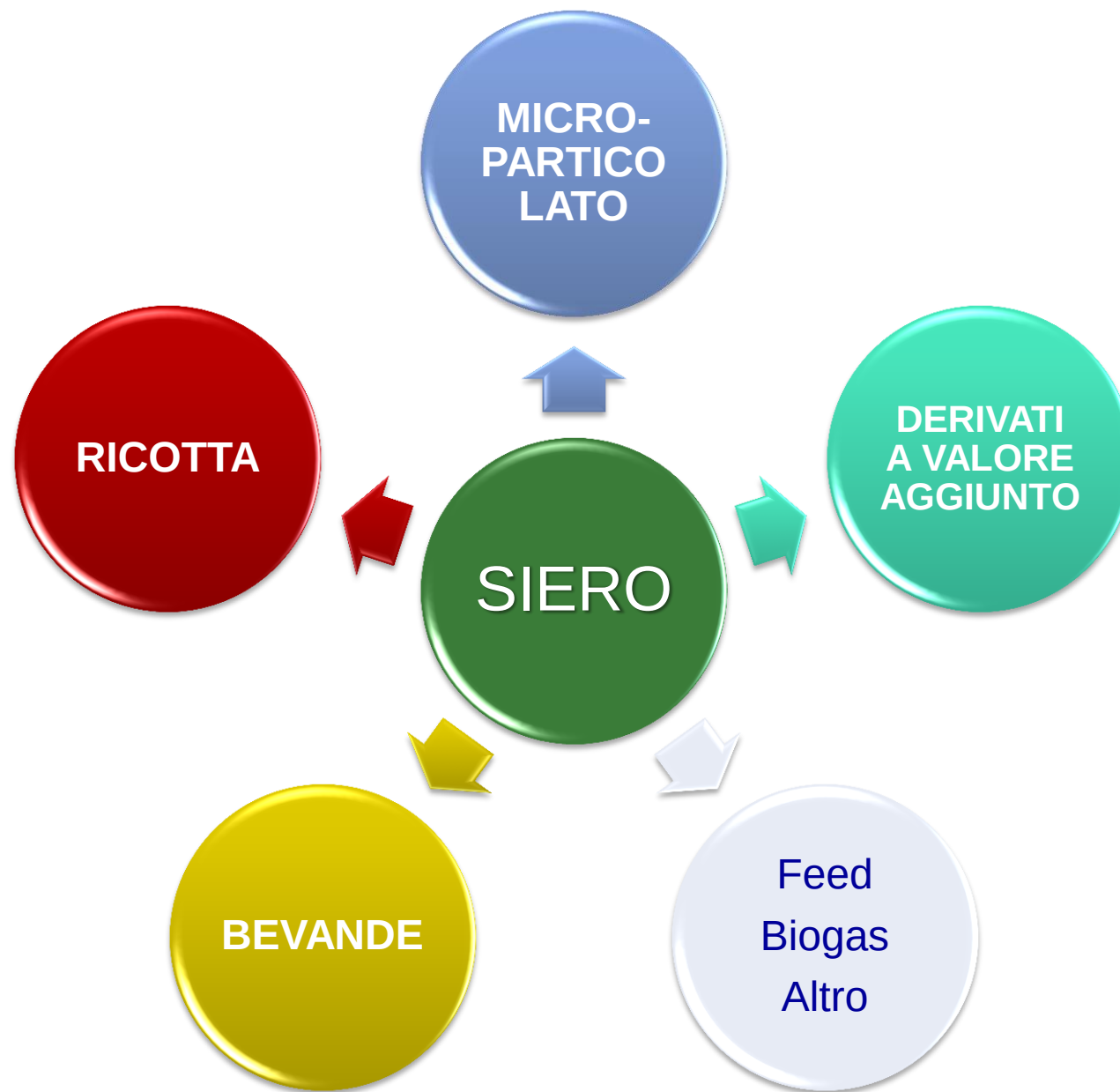
LIMITATE CONOSCENZE TECNOLOGICHE



PROGRAMMI DI RICERCA (Università, Privati)

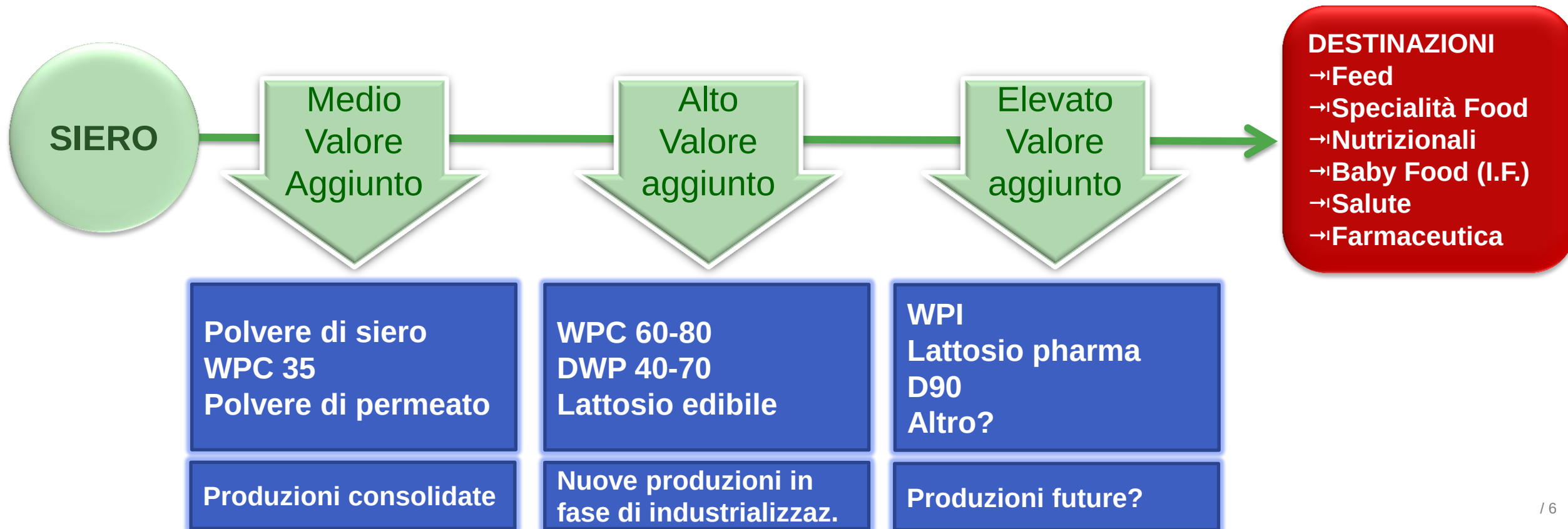


**DOVE STA
ANDANDO
IL SIERO?**



DOVE STA ANDANDO IL SIERO IN ITALIA?

LIVELLI DI VALORE AGGIUNTO



GESTIONE SIERI IN ITALIA





LO SCENARIO INDUSTRIALE

I tre ruoli principali



CASEIFICI

Provvedono a fornire i sieri. A seconda delle dimensioni, i sieri possono essere più o meno condizionati (“preparati”) e preconcentrati. Il siero 3x è il prodotto di riferimento.



CENTRI DI RACCOLTA SIERI

Ricevono sieri preparati o preconcentrati e provvedono ad ulteriori separazioni-concentrazioni mediante membrane od evaporazione.

Infrastrutture > 1.000 t/g siero equivalente: alcune unità in Italia.



STABILIMENTI DERIVATI SIERO

Ricevono sieri concentrati e provvedono ad ulteriori trattamenti di processo, quali evaporazione e polverizzazione.

Infrastrutture > 2.000 t/g siero equivalente: poche unità in Italia. Destinato prevalentemente all'estero.



LA SPECIFICITA' ITALIANA

Masse critiche, tecnologie di trasformazione, costi/benefici

**Situazioni industriali
indicative**

	Disponibilità siero t/g	Trattamenti	Prodotto
A	< 100	Preparazione-preconcentrazione ?	Da spedire
B	100-500	Preparazione e preconcentrazione	Da spedire
C	500-1.000	B + Evaporazione	Da spedire
D	> 1.000	C+ Polverizzazione	Polveri Feed/Food
E	> 2.000	D + Polverizzazioni specializzate	Polveri Feed/Food/infant F.

La specificità Italiana

FATTORI LIMITANTI

Bassa qualità della materia “prima”

Quantità disponibili ridotte, dimensioni aziendali limitate

Cultura tecnologica minimale

Dispersione sul territorio e conseguenti costi di trasporto

Risorse finanziarie limitate (conseguente inerzia all'investimento)

Gestione dei reflui



LE FILIERE DI PRECONCENTRAZIONE SIERI IN ITALIA



TECNOLOGIE di PRODUZIONE

PRECONCENTRAZIONE SIERI mediante RO e/o Evaporazione

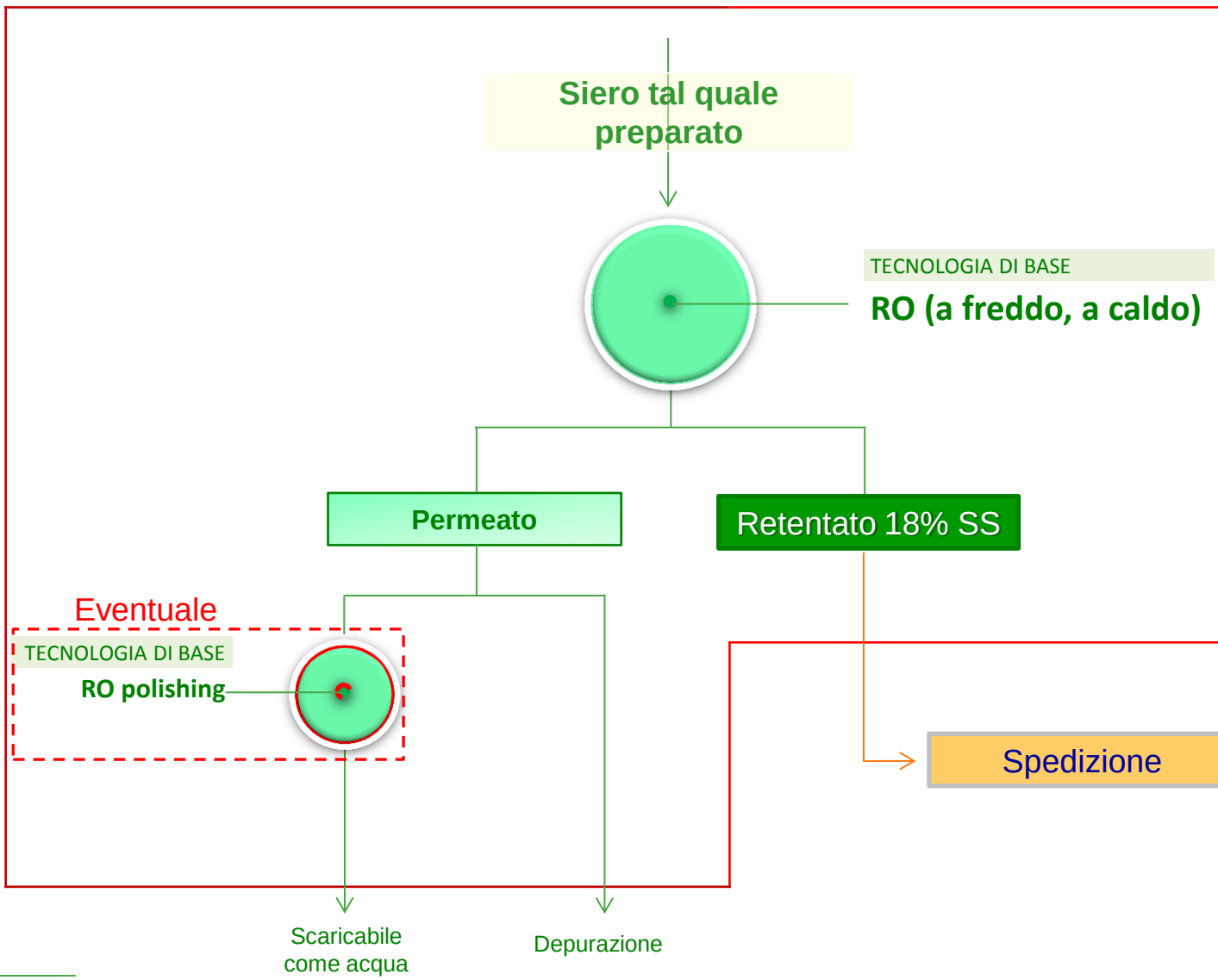
Principale presupposto
RISPARMIO di COSTI di TRASPORTO



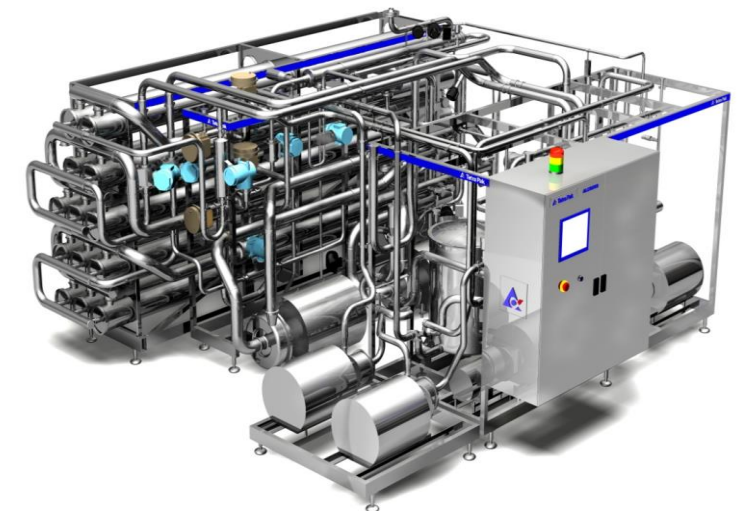


PRECONCENTRAZIONE SIERI

Osmosi Inversa (RO) convenzionale



FATTORE DI CONCENTRAZIONE	3x		
COMPOSIZIONE	Ingresso %	Retentato %	Permeato %
SOLIDI TOTALI	6,00	18,00	ng
Azoto (N) proteico totale	0,62	2,25	
Azoto non proteico (NPN)	0,20	0,54	COD
Lattosio	4,50	13,78	< 150 mg/l
Acidi	0,15	0,45	
Ceneri	0,50	1,80	
Grasso	0,05	0,15	
Bilancio di massa (Kg)	1.000	333	667

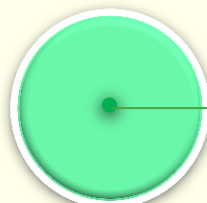




PRECONCENTRAZIONE SIERI

Osmosi Inversa avanzata (HiRO: high efficiency)

Siero tal quale
preparato



TECNOLOGIA DI BASE

HiRO (a freddo, a caldo)

Permeato

Ritentato 24-30% SS

Scaricabile come acqua

Spedizione

FATTORE DI CONCENTRAZIONE	5x		
COMPOSIZIONE	Ingresso %	Retentato %	Permeato %
SOLIDI TOTALI	6,00	30,00	
Azoto (N) proteico totale	0,60	3,04	
Azoto non proteico (NPN)	0,20	0,75	
Lattosio	4,50	22,70	COD
Acidi	0,15	0,75	< 150 mg/l
Ceneri	0,50	2,50	
Grasso	0,05	0,25	
Bilancio di massa (Kg)	1.000	198	823

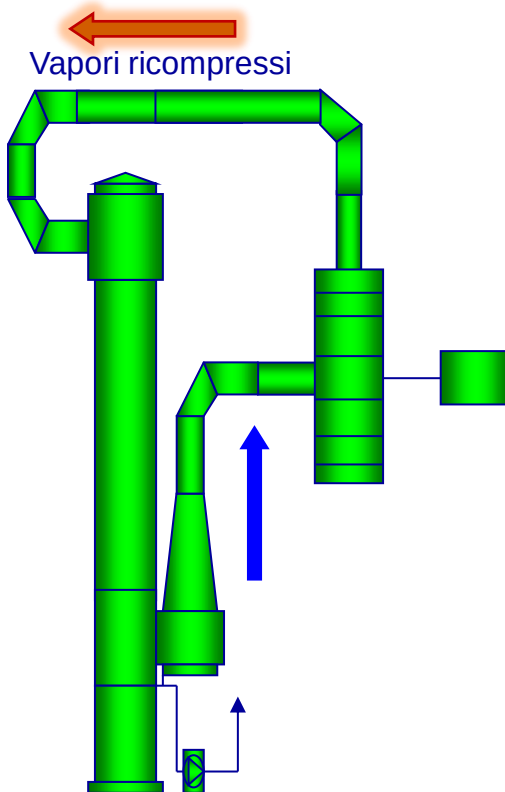


PRECONCENTRAZIONE SIERI

Combinazione RO + Evaporazione

La concentrazione per Evaporazione è una tecnologia “storica”, effettuata solitamente con tipologie TVR (Thermal Vapour Recompression). Tuttavia è in corso una evoluzione che sta portando la tipologia MVR (Mechanical Vapour Recompression) a prevalere nelle installazioni di oggi a fronte di grandi volumi.

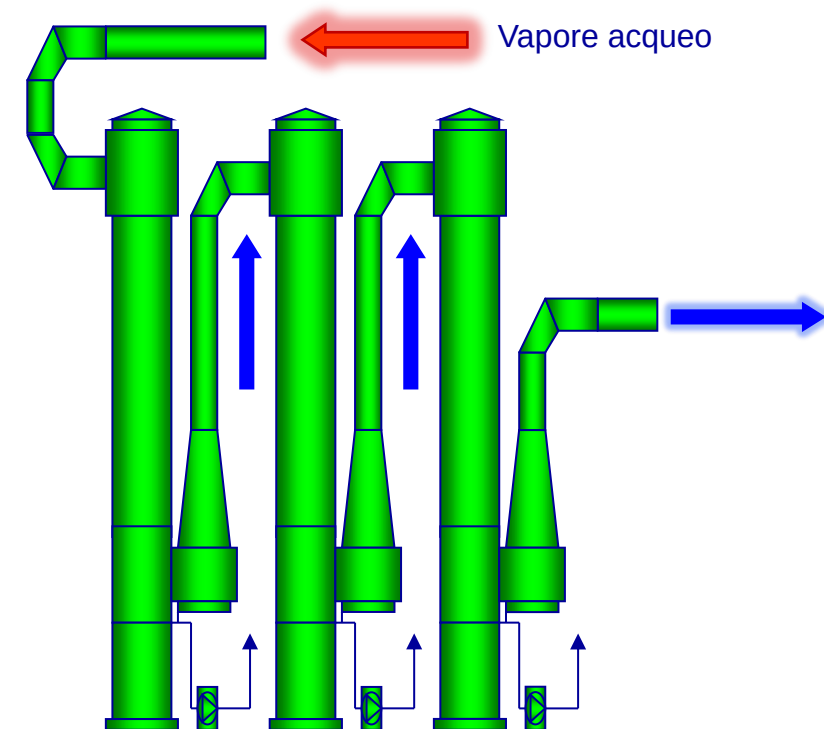
MVR



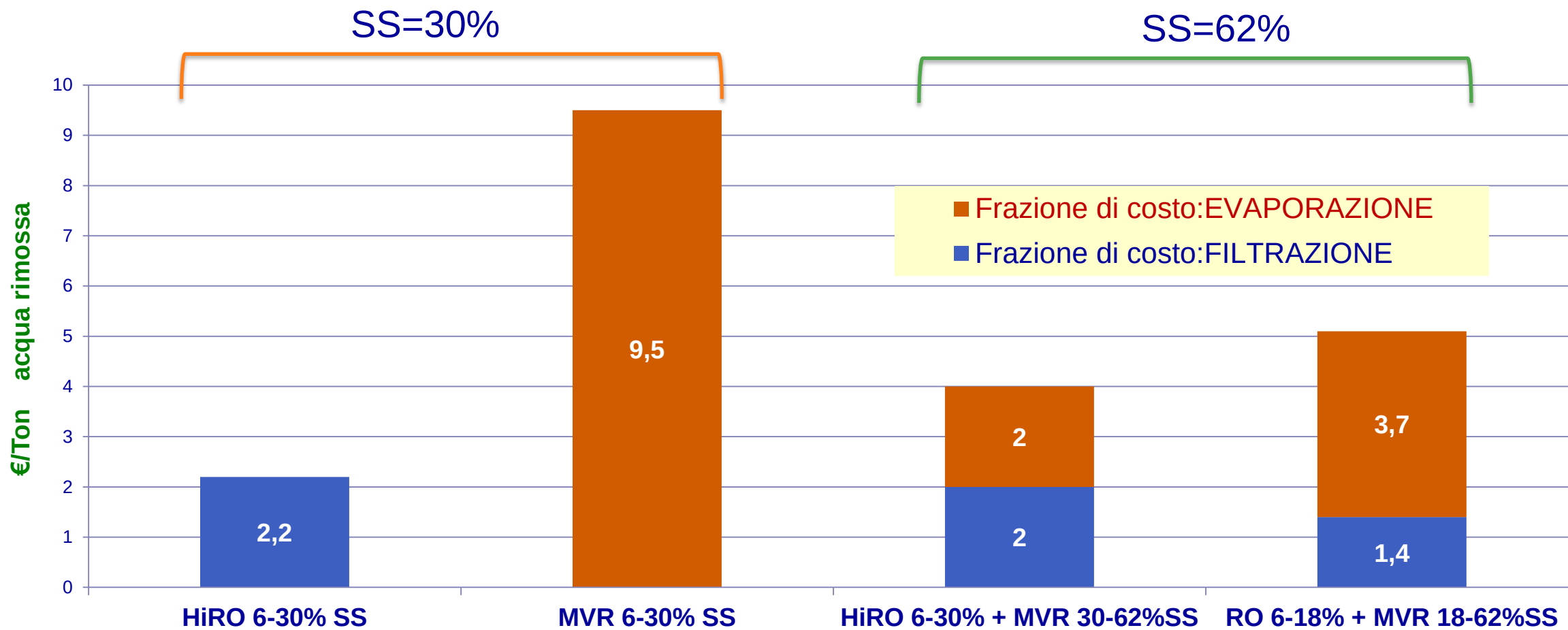
Tradizionalmente alimentate con siero tal quale, oggi le due tipologie MVR e TVR tendono ad essere utilizzate con sieri preconcentrati (RO, NF, UF, NF+ED, etc.)

SIERO TAL QUALE	MVR	TVR – 3 stadi
Rimozione acqua	10 t/h	10 t/h
Elettricità	160 kWh	-
Vapore	-	2 t/h

TVR- 3 (o più) stadi



Costi di rimozione acqua



SCENARI DI PRODUZIONE



CONCENTRAZIONE COMBINATA RO + EVAPORAZIONE

Casistiche

Evaporatore TVR esistente (*)

Possibilità di disconnessione effetti in eccesso: 3-6

TVR → 50-55%SS [2-3 effetti]

RO → 18%SS

HiRO → 24-30%SS

MVR → 50-55%SS

Cristallizzazione

Polverizzazione

Spedizione

Evaporatore non esistente

Adozione MVR?

(*) in particolare della generazione >15 anni

TECNOLOGIE di PRODUZIONE

PRECONCENTRAZIONE PER DEMINERALIZZAZIONE

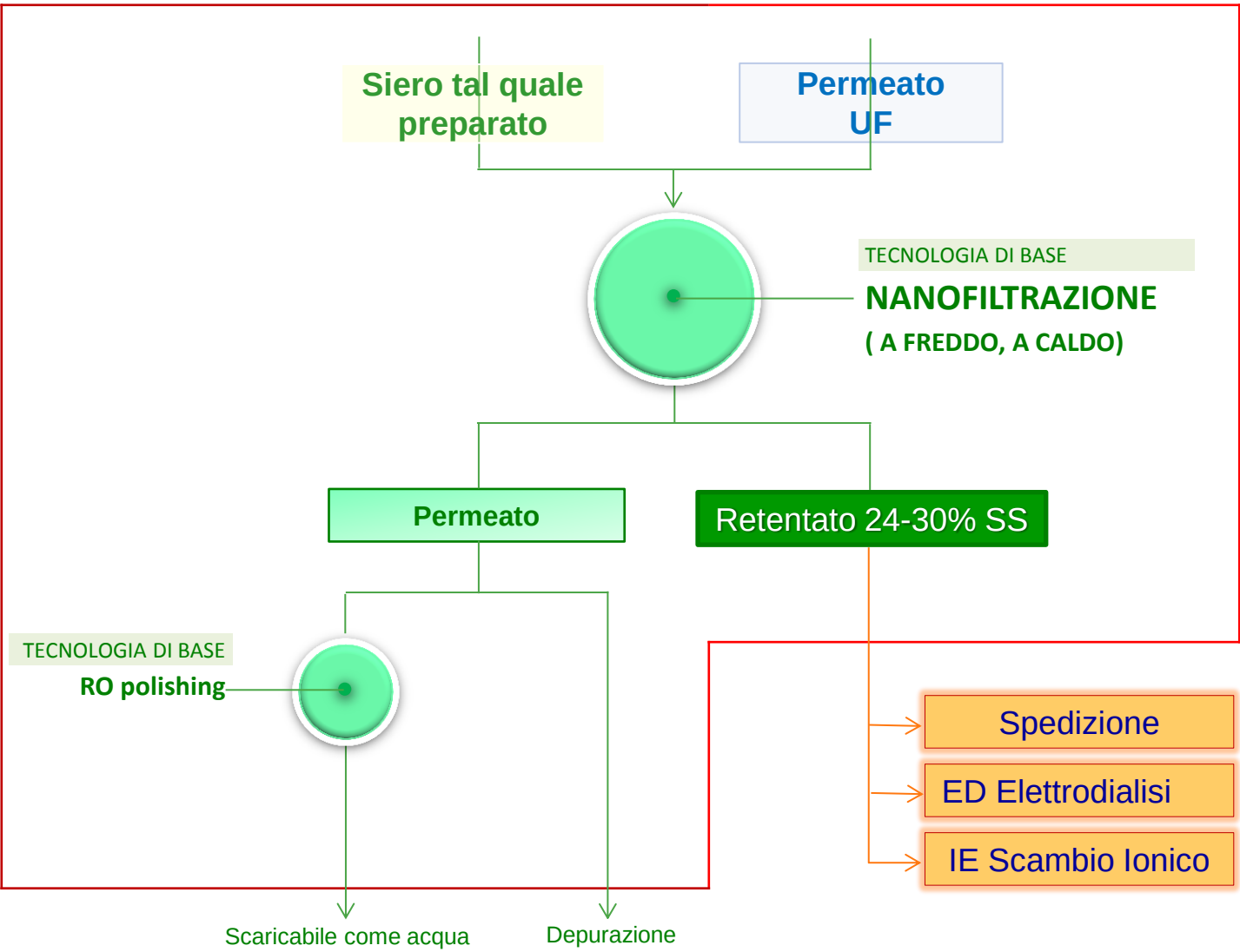
Principale presupposto
CONFERIMENTO DI VALORE AGGIUNTO



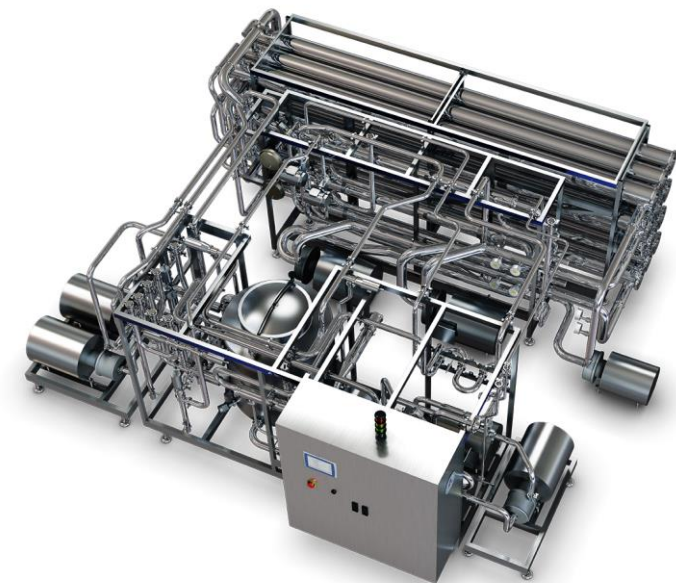


DEMINERALIZZAZIONE SIERI

Demineralizzazione convenzionale (parziale)



FATTORE DI CONCENTRAZIONE 4X			
COSTITUENTI	Ingresso %	Retentato %	Permeato %
Solidi totali	6,42	24,15	0,33
Ceneri	0,60	1,7	0,26
Azoto proteico totale (N)	0,62	3,15	0,00
Azoto non proteico (NPN)	0,20	0,76	0,00
Lattosio	4,82	19,10	0,07
Grasso	0,05	0,21	0,00
Bilancio di massa Kg	1.000	250	750



DEMINERALIZZAZIONE SIERI

Demineralizzazione combinata: Nanofiltrazione ed Elettrodialisi / 1

(alternativa/prosecuzione: Scambio ionico)

D70

senza
selezione
di profili
minerali

Siero D40

Permeato UF
nanofiltrato

Acqua

TECNOLOGIA DI BASE

ELETTRODIALISI
(A FREDDO)

Permeato

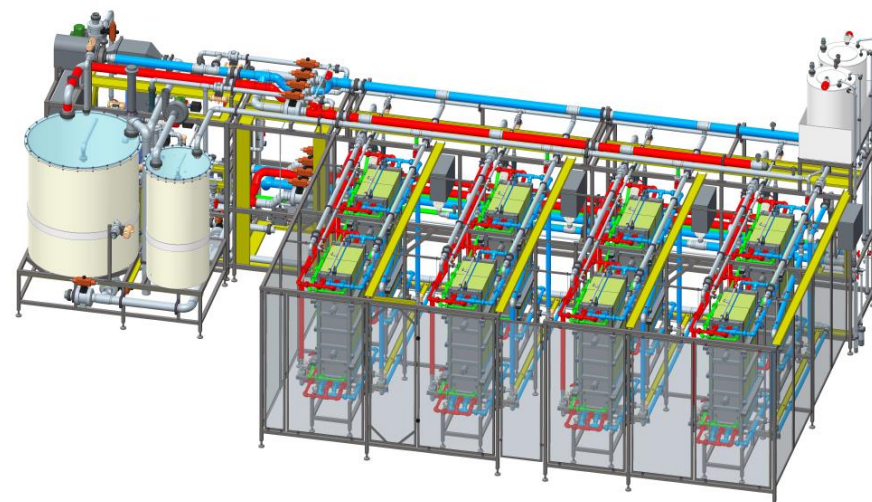
Retentato 20-22% SS

Gestione salamoia

Spedizione

Prosecuz. processo

COSTITUENTI	Concentrato NF FC=3,0	Concentrato ED D70
Solidi totali	22,00	21,39
Ceneri	1,40	0,53
Proteine totali	3,57	3,66
Proteine vere N	3,10	3,23
Azoto non proteico (NPN)	0,47	0,43
Lattosio	16,20	16,72
Acidi	0,65	0,29
Grasso	0,18	0,19
pH	5,9	5,8
Bilancio di massa Kg	1000	940



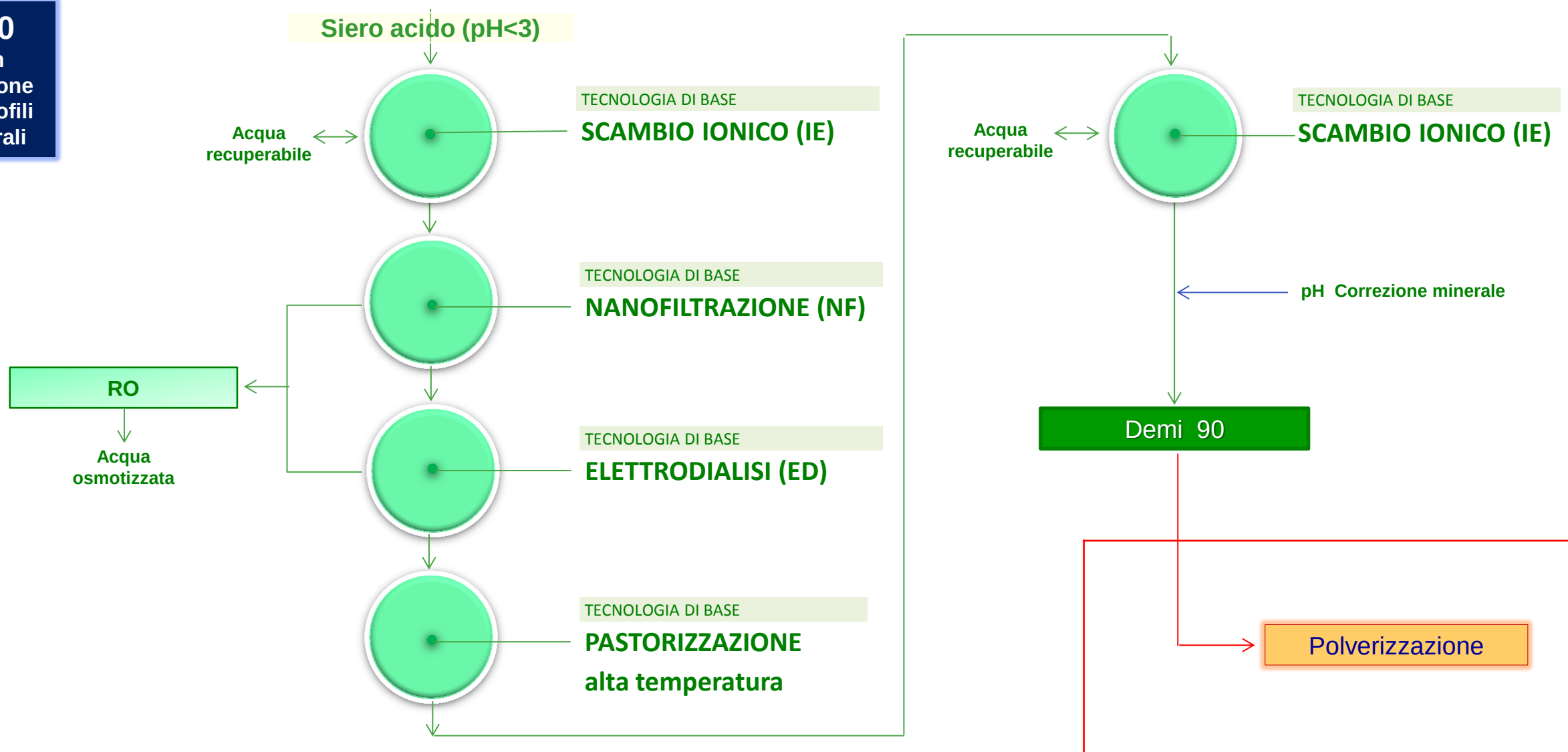
Esempio di unità ED in batch a membrane eterogenee



DEMINERALIZZAZIONE SIERI

Demineralizz.e combinata: IE/NF/ED/RO/Pastorizz.e / 2 ALTO VALORE AGGIUNTO

D90
con
selezione
di profili
minerali



TECNOLOGIE di PRODUZIONE

WPC LIQUIDE mediante Ultrafiltrazione (e Diafiltrazione)

Principale presupposto

CONFERIMENTO DI VALORE AGGIUNTO





PRODUZIONE WPC

Ultrafiltrazione (UF) per WPC35

Alternativa: Siero preconcentrato 18%

Siero tal quale preparato

TECNOLOGIA DI BASE

ULTRAFILTRAZIONE
(A FREDDO, A CALDO)

Permeato

Retentato 10% SS

TECNOLOGIE DI BASE
RO?, Demin?Evap ?

Spedizione alla polverizzazione

Depurazione

Spedizione

? Nanofiltrazione 35%

Altri processi ?

FATTORE DI CONCENTRAZIONE

5x ca

COSTITUENTI	Ingresso %	Retentato %	Permeato %
Solidi totali	6,2	9,90	5,37
Totale Proteine/Totale Solidi		32%	
Azoto proteico totale (N)	0,6	3,17	0,02
Azoto non proteico (NPN)	0,2	0,30	0,18
Lattosio	4,8	5,39	4,67
Ceneri	0,55	0,78	0,50
Grasso	0,05	0,27	0,00
Bilancio di massa Kg	1.000	180	820

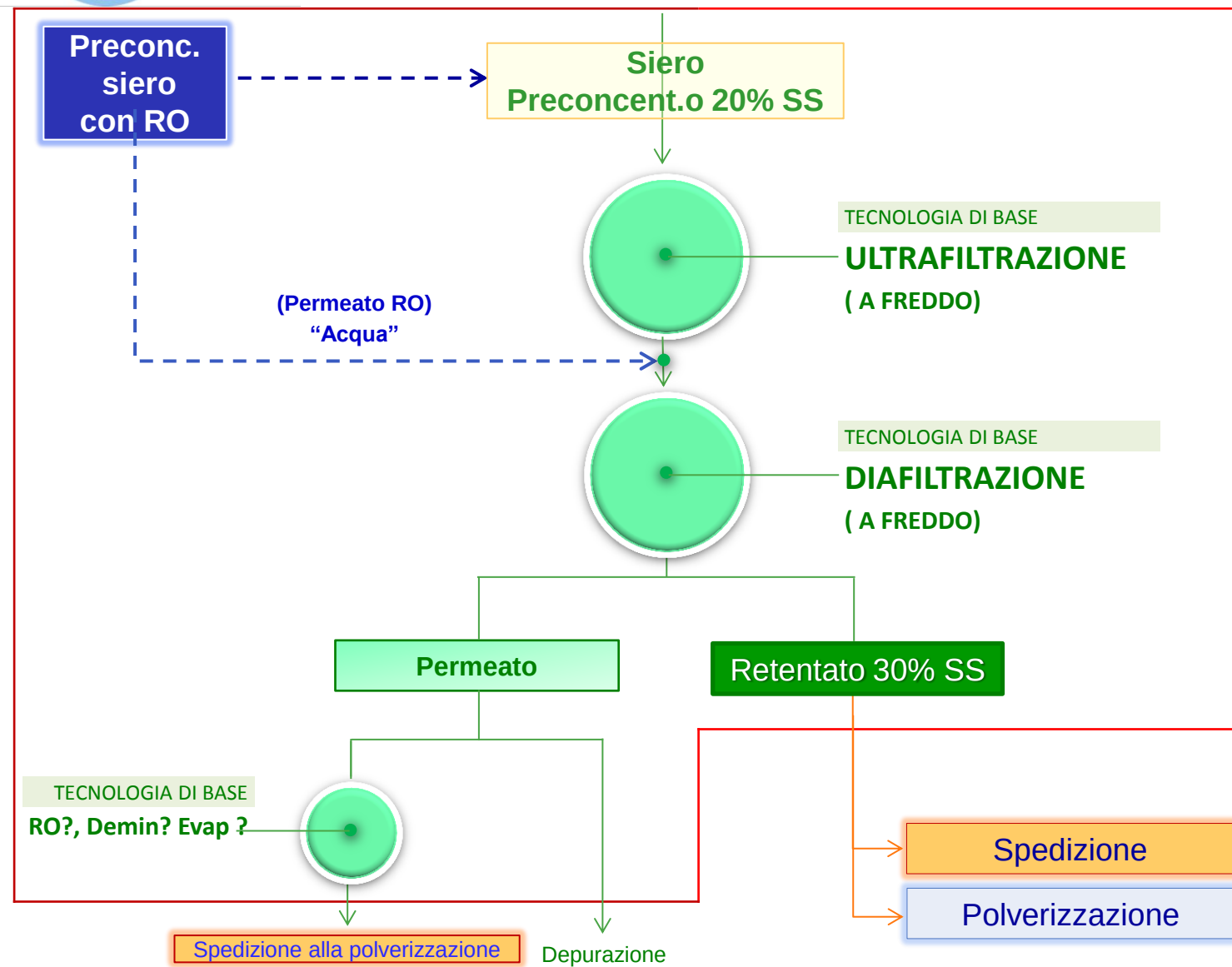
- Riduzione volumi di trasporto
- Incremento Proteine/SS
- Leggera riduzione SS (Sali minerali)





PRODUZIONE WPC

Ultrafiltrazione (UF) per WPC80



FATTORE DI CONCENTRAZIONE		12x ca		
COSTITUENTI	Ingresso %	Retentato %	Permeato %	
Solidi totali	20,00	28,54	13,82	
Totale Proteine/Totale Solidi		82,10%		
Azoto proteico totale (N)	2,67	23,0	0,58	
Azoto non proteico (NPN)	0,67	0,47	0,49	
Lattosio	15,1	3,35	11,62	
Acidi	0,5	0,11	0,39	
Ceneri	1,67	0,53	1,24	
Grasso	0,15	2,02	0,00	
Bilancio di massa Kg	1.000	60	940	
di cui Siero		736		
Acqua		263		

Possibile strategia di produzione < WPC80

WPC80 + Permeato "Concentrato" = WPC 35



Composizione WPC mediante UF (*)

	Siero t. q.	WPC 35%	WPC 60%	WPC 80%
Grasso	0,05	0,3	1,0	2,0
Proteine totali	0,80	3,5	11,75	24,0
Azoto non proteico	0,20	0,25	0,28	0,40
Lattosio	4,75	5,1	5,3	1,5
Ceneri	0,50	0,7	1,0	1,30
Solidi totali	6,10	9.6**	19**	~30***
CF (fatttore di concentrazione)	-	5,5	20	44
Quantità /Liquidi l/h	50.000	9.100	2.500	1.140

* Valori relativi al trattamento a freddo di siero dolce (per un idoneo livello di WPC nella polvere)

** Con preconcentrazione RO opp. NF un più alto tenore di solidi nel Retentato può essere raggiunto per le 35 / 50 / 60

*** Il Retentato viene inviato direttamente alla polverizzazione (il processo richiede acqua per la Diafiltrazione)

TECNOLOGIE di PRODUZIONE

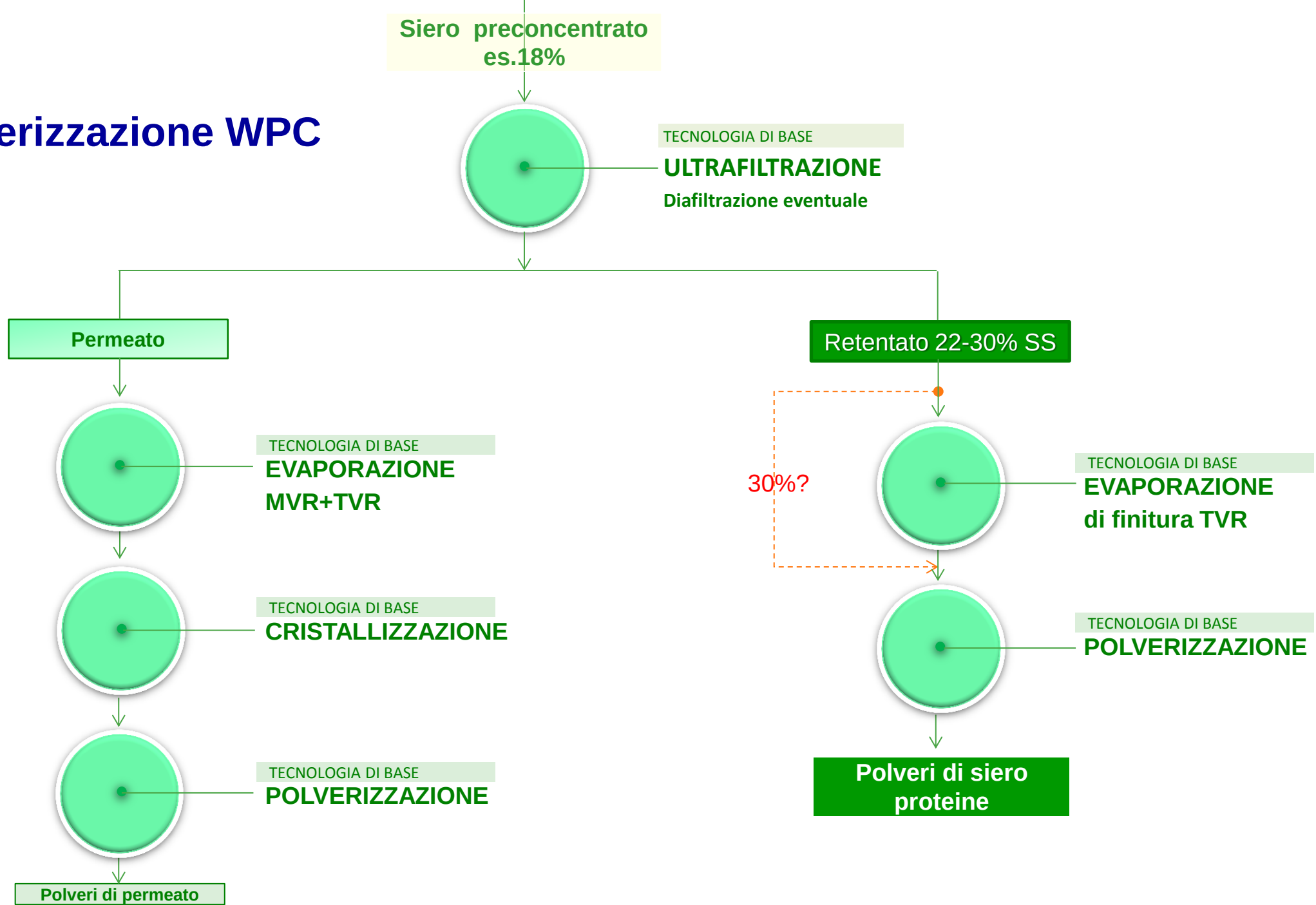
POLVERI DI SIEROPROTEINE DA WPC LIQUIDE

Technologies update



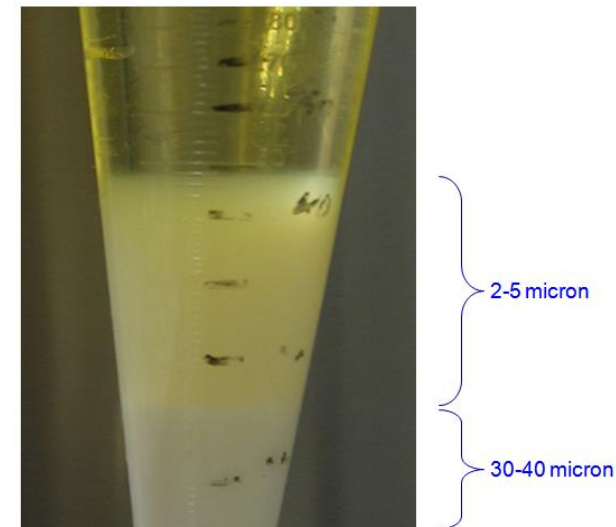


Polverizzazione WPC



DERIVATI di SIERO

La preparazione dei sieri

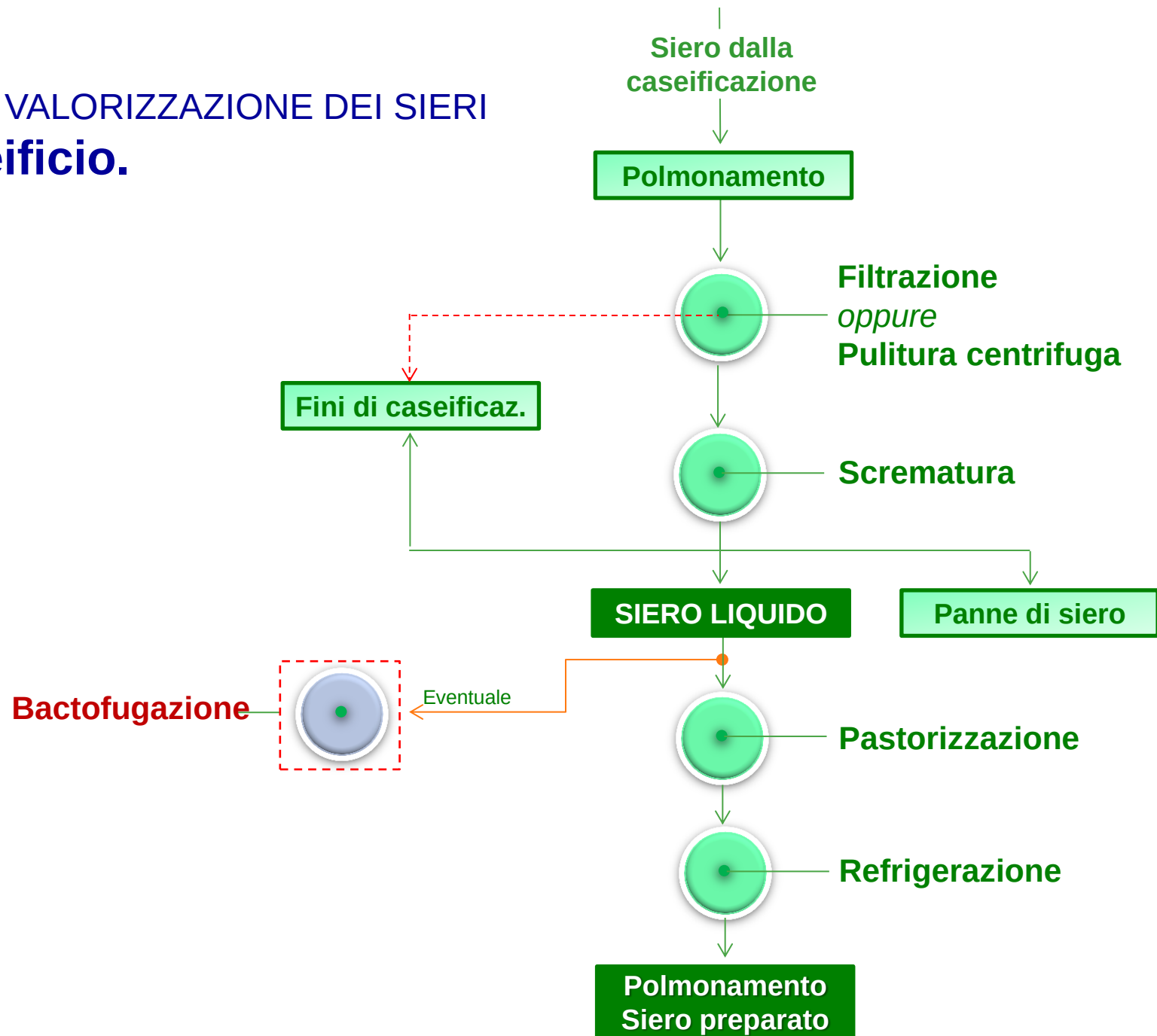




UN PASSO IMPORTANTE NELLA VALORIZZAZIONE DEI SIERI

La cura del siero in caseificio.

Il nemico N° 1
della qualità del
siero è...il tempo!





Governare il siero per conseguire l'alta qualità

**Il nemico N° 1 del siero è ...
il tempo!**

Collettazione siero

Il siero dalla caseificazione è poco stabile ed è opportuno un sistema di collettazione-polmonamento in diretta, possibilmente lavabile ad intervalli.

Evitare lunghi tempi di polmonamento con fini

Rimozioni fini

Migliora l'efficienza di scrematura ed i trattamenti di filtrazione a membrane successive. Le pulitrici centrifughe sono più efficienti dei filtri rotativi.

Efficienza di scrematura

Essenziale per la qualità. Migliora le filtrazioni a membrane e soprattutto i processi di polverizzazione. La scrematura è più efficiente se si effettua in tempi brevi.

Bactofugazione

Tecnologia emergente: svolge il compito di desporificazione ed in seconda funzione quella di debatterizzazione.

Pastorizzazione

Essenziale per prevenire la fermentazione ed inattivare fermenti e caglio. Sessioni di lavoro non superiori a 6-8 ore (con brevi lavaggi intermedi)

Temperature non superiori a 72° C.

Refrigerazione

Refrigerazione <6°C per stoccaggio. Se destinato alla filtrazione a membrane, raffreddamento sino a 10-15°C (salvo refrigerare il retentato).

Stoccaggio finale

Inviare il siero preparato il più presto possibile alle fasi di processo successive.

DERIVATI DI SIERO
SINTESI DELLE INNOVAZIONI





Derivati dei sieri

SINTESI DELLE INNOVAZIONI

Negli ultimi 5-10 anni, una ampia serie di tecnologie innovative sono entrate in produzione negli stabilimenti europei.

- **RO avanzata (HiRO) e ZeRO**
- **Evaporazione MVR alta concentrazione**
- **WPC: UF con DF (diafiltrazione)**
- **Demineralizzazione sieri con Elettrodialisi a membrane eterogenee**
- **Filtrazione a freddo, con miglioramento della qualità delle sieroproteine**
- **Alta concentrazione mediante NF delle WPC 80/ WPI sino al 37% SS**
- **Rimozione grasso mediante MF polimerica nelle produzioni di WPI**

SINTESI DELLE INNOVAZIONI / 2

- Combinazione RO(NF) con evaporatore MVR “single pass” per alti livelli di concentrazione
- Membrane spirali per una più elevata purezza delle proteine nelle produzioni
- Processi di essiccazione per la produzione di polveri di permeato
- Separazione di albumina e lattoglobulina
- Processi di maggior efficienza nella raffinazione del lattosio, con miglioramenti delle rese.
- Combinazioni di filtrazioni a membrana consentono separazioni sempre più fini, con virtuale sparizione del COD, con consistenti recuperi di acqua.

**Altri sviluppi
sono in
corso!!**



**Questa presentazione potrebbe essere in larga parte superata
in occasione del prossimo convegno sul siero.....**

*Grazie per
l'attenzione*



ermanno.davico@tetrapak.com





Derivati dei sieri SINTESI DELLE INNOVAZIONI

Negli ultimi 5-10 anni, una ampia serie di tecnologie innovative sono arrivate negli stabilimenti.

- Filtrazione a freddo, con miglioramento della qualità delle sieroproteine
- Alta concentrazione mediante NF delle WPC 80/ WPI sino al 37% SS
- Rimozione grasso mediante MF polimerica nelle produzioni di WPI
- Combinazione RO(NF) con evaporatore MVR “single pass” per alti livelli di concentrazione
- Membrane spiralate con minori perdite e più elevata purezza delle produzioni di WPC/WPI/Latte magro.
- Processi di essiccamento “free flowing” delle polveri di per
- Separazione di alfa-lattoalbumina e beta-lattoglobulina
- Processi di maggior efficienza nella raffinazione del lattosio
- Combinazioni di filtrazioni a membrana consentono separazioni virtuali, virtuale sparizione del COD e recuperi di acqua.



**Altri sviluppi
sono in
corso!!**



Derivati dei sieri SINTESI DELLE INNOVAZIONI

Negli ultimi 5-10 anni, una ampia serie di tecnologie innovative sono arrivate negli stabilimenti.

- Processi di essiccamento “free flowing” delle polveri di permeato
- Separazione di alfa-lattoalbumina e beta-lattoglobulina
- Processi di maggior efficienza nella raffinazione del lattosio, con conseguente riduzione dei costi di produzione.
- Combinazioni di filtrazioni a membrana consentono separazioni più efficienti, con conseguente riduzione del consumo di energia e virtuale sparizione del COD, con consistenti recuperi di acqua.

**Altri sviluppi
sono in
corso!!**

Concentrazione combinata RO + Evaporazione

Mentre la evaporazione MVR tende a salire a più alti livelli di concentrazione, anche le preconcentrazioni a membrane tendono ad occupare lo spazio una volta detenuto dalla evaporazione, ovviamente a costi operativi maggiormente ridotti.

Al punto che la preconcentrazione al 30-32% di SS può essere raggiunta praticamente mediante RO.

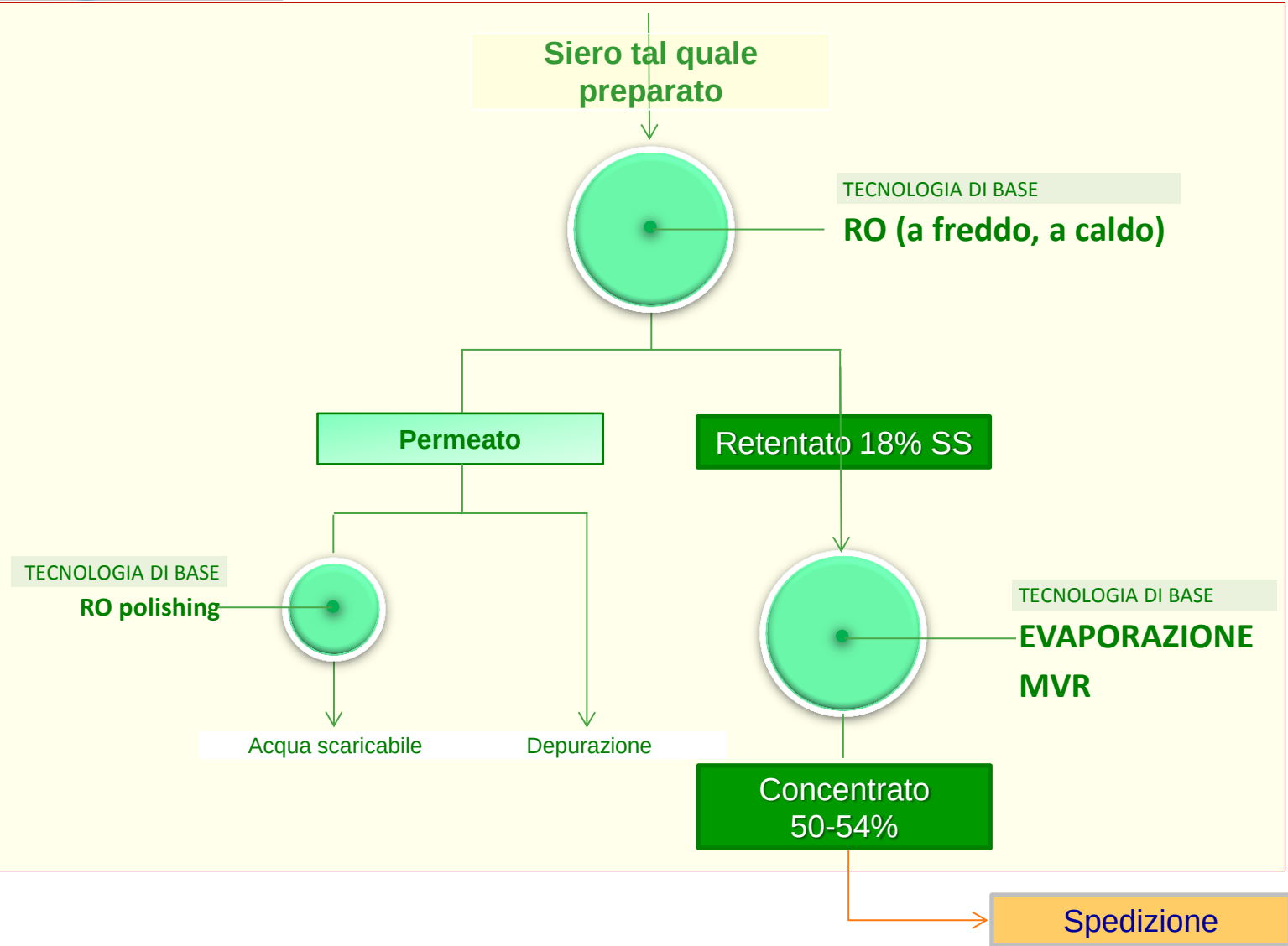
A livello industriale, le tendenze sono:

Obiettivo SS	Investimento possibile
30-32%	Unità HiRO
50-54%	Unità RO+Evaporatore MVR (*)

(*) selezionando la combinazione operativa migliore fra i due sistemi



Concentrazione combinata RO+Evaporazione (SS da 18 a 54%)



FATTORE DI CONCENTRAZIONE		3x
	Ingresso %	Uscita %
Grasso	0.15	0,48
Azoto (N) proteico totale	2.25	7,41
Azoto non proteico (NPN)	0.54	1,8
Lattosio	13.78	45,52
Ceneri	1.80	5,8
Solidi totali	18.00	61,0





Governare il siero per conseguire l'alta qualità

**Il nemico N° 1 del siero è ...
il tempo!**



Governare il siero per conseguire l'alta qualità

**Il nemico N° 1 del siero è ...
il tempo!**



DOVE STA ANDANDO IL SIERO in Italia?

DA



A

RIFIUTO



PRODOTTO

“FEED”



“FOOD” e “BABY FOOD”

MONOPRODOTTO



MOLTEPLICI DERIVATI

BASSO VALORE AGGIUNTO



MEDIO VALORE AGGIUNTO

TECNOLOGIE SEMPLICI



TECNOLOGIE COMPLESSE

LIMITATE CONOSCENZE TECNOLOGICHE



PROGRAMMI DI RICERCA (Università, Privati)



Concentraz

La concentrazione per Evaporazione (Vapour Recompression). Tuttavia a prevalere nelle installazioni

Il principio prevede che i vapore termico vengano con la caldaia nella calandria dell'evaporatore. Un turbina incrementa la temperatura. Il processo di ricompressione del vapore vivo.

La energia richiesta del processo consiste praticamente in elettricità.

La soluzione MVR si connota per l'elevata efficienza energetica, ed è applicata nella produzione di volumi medio-alti.

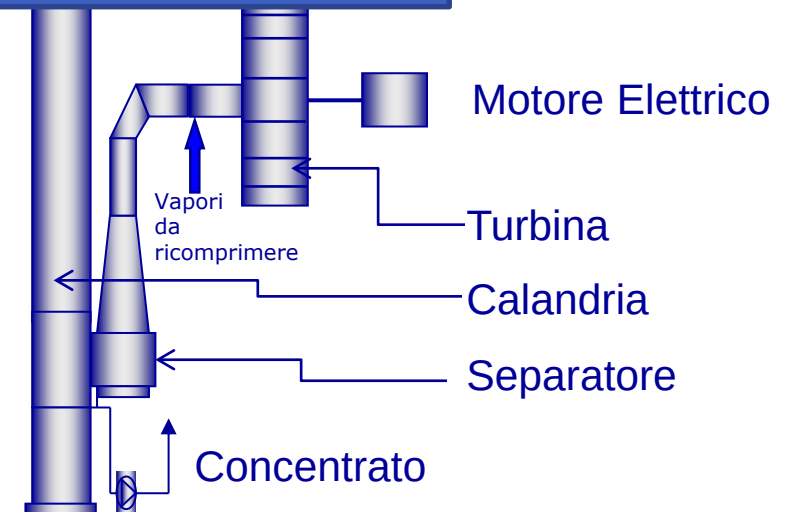
Con lo sviluppo del "MVR multipass", tende quindi a superare l'eventuale necessità di una sezione TVR (Thermal vapour recompression) per le alte concentrazioni.

MVR si basa sul principio di ricomprimere mediante un compressore i vapori (a bassa pressione bassa temperatura) che sono rilasciati dal liquido in evaporazione. Il compressore ricomprime i vapori innalzando pressione e temperatura, di modo che gli stessi vengano utilizzati nel processo di evaporazione come fonte di riscaldamento.

Il processo si sostiene praticamente con l'energia elettrica richiesta dal compressore, senza esigenze di vapore vivo. MVR è la tecnologia di maggior efficienza con elevato livello di energy saving.

Il Vapour
Recompression)

Alimentazione



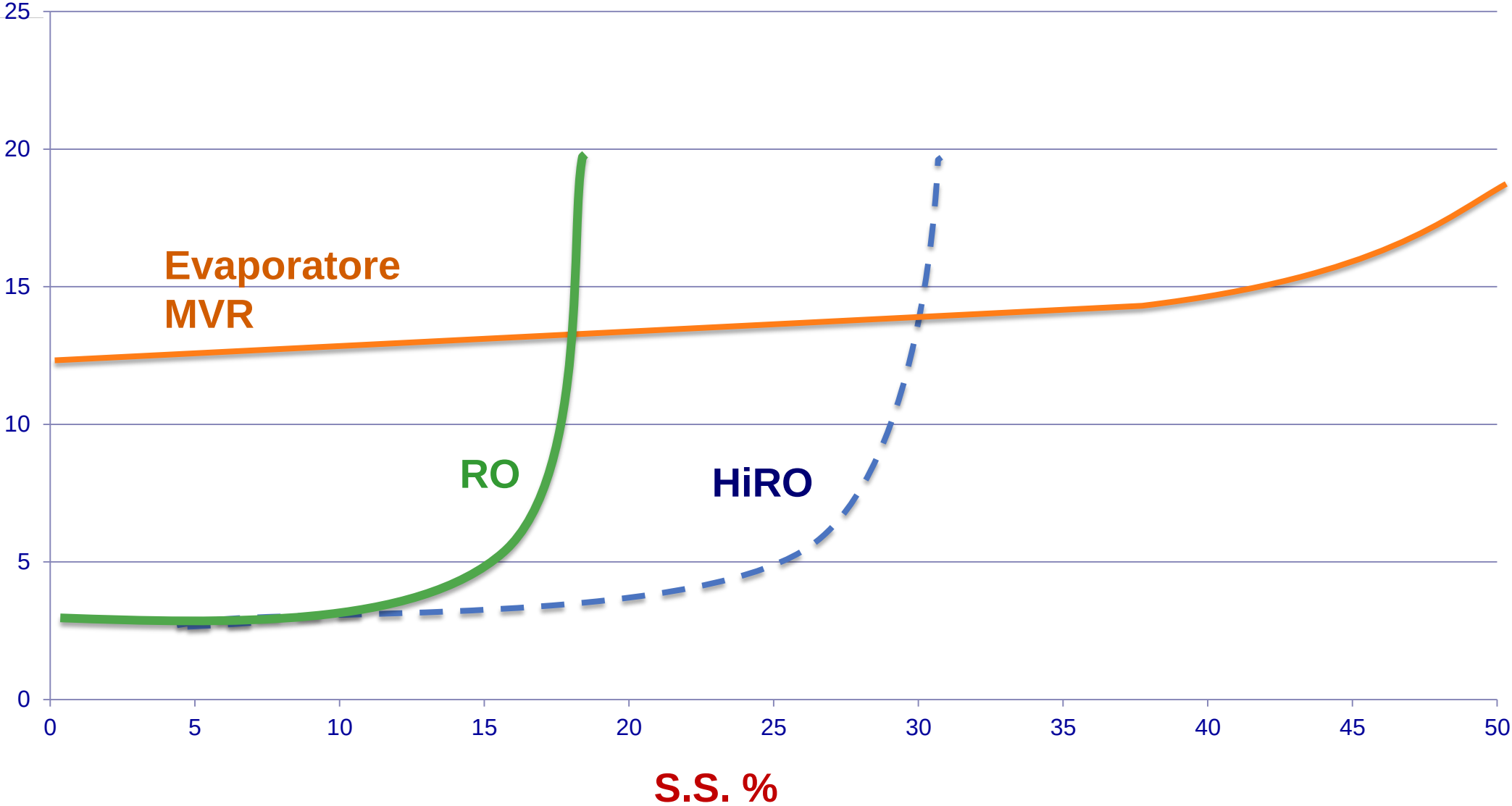


		Whey 6->32%	Whey 6->54%	RO-NF 20-54%	RO-NF 20->62%
	Product Inlet	50.000 l/h	50.000 l/h	15.000 l/h	15.000 l/h
Multiple effects (3? 6?)	Inlet ° C				
	Outlet °C				
	Steam (kg/h)				
	kWh				
	Running hours				
	CIP hours				
MVR	Inlet ° C				
	Outlet °C				
	Steam (kg/h)				
	kWh				
	Running hours				
	CIP hours				



RIMOZIONE ACQUA IN TERMINI DI CONSUMI ELETTRICI

Kwh/ton
acqua
rimossa





LA SPECIFICITA' ITALIANA

Masse critiche, tecnologie di trasformazione, costi/benefici

**Situazioni industriali
indicative**

Disponibilità siero t/g

Trattamenti

Prodotto

La specificità Italiana

FATTORI LIMITANTI

Bassa qualità della materia “prima”

Quantità disponibili ridotte, dimensioni aziendali limitate

Cultura tecnologica minimale

Dispersione sul territorio e conseguenti costi di trasporto

Risorse finanziarie limitate (conseguente inerzia all'investimento)

Gestione dei reflui



Concentrazione combinata RO + Evaporazione / Scelte industriali attuali

Volumi	Processo	SS%	COD
> 500 t/g	RO → Spedizione	18%	<150
500 -1.000 t/g	HiRO → Spedizione	24-30%	<150
1.000-2.000 t/g	RO/HiRO → Evaporazione → Cristallizzazione → Spedizione	50-55%	<150 +Condense