

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Chimica e dei Materiali

Relazione per la prova finale
«Ottimizzazione strategica della gestione
delle acque di stabilimento presso
Marchi Industriale S.p.A.»

Tutor universitario: Prof. Massimiliano Barolo

Laureanda: *Pretato Caterina*

Padova, 12/07/2023

Introduzione: l'Azienda e i suoi settori produttivi

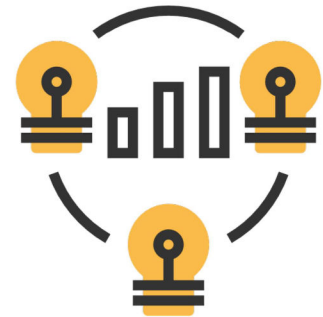
Obiettivi del lavoro

Mappatura complessiva dei flussi idrici

Approfondimento sulle apparecchiature coinvolte

Interventi pianificati

Conclusioni





Chimica di base

- Acido solforico (impianto IS)
- Acido cloridrico (impianto SK)
- Policloruro di alluminio (impianto PAC)



Agricoltura

- Solfato di potassio STD
- Solfato di potassio idrosolubile (impianto SK)



Sostenibilità ambientale

- Impianti di biometano (GM Green Methane)
- Settore End of Waste (Biomar)

La storia della chimica italiana dal 1873

TEMI



Rispetto del territorio



Utilizzo consapevole e
sostenibile della risorsa acqua



Potenziamento produttivo e
ammmodernamento del sistema di
gestione delle acque

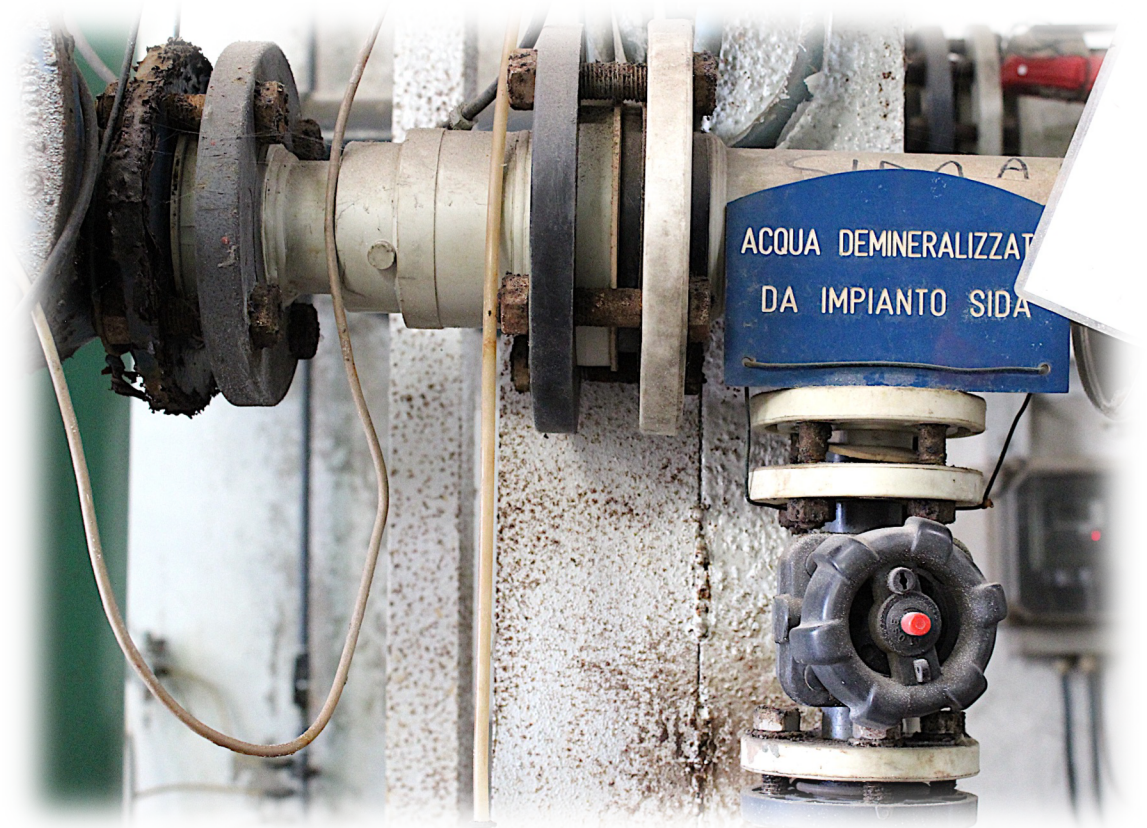
SOLUZIONI

▸ Riduzione dei consumi idrici
mediante chiusura di circuiti di
raffreddamento aperti
(short-therm)

▸ Perfezionamento dei
trattamenti di depurazione delle
acque industriali
(medium-therm)

▸ Riutilizzo all'interno dello
stabilimento delle acque di
scarico sottoposte a trattamento
(medium & long-therm)

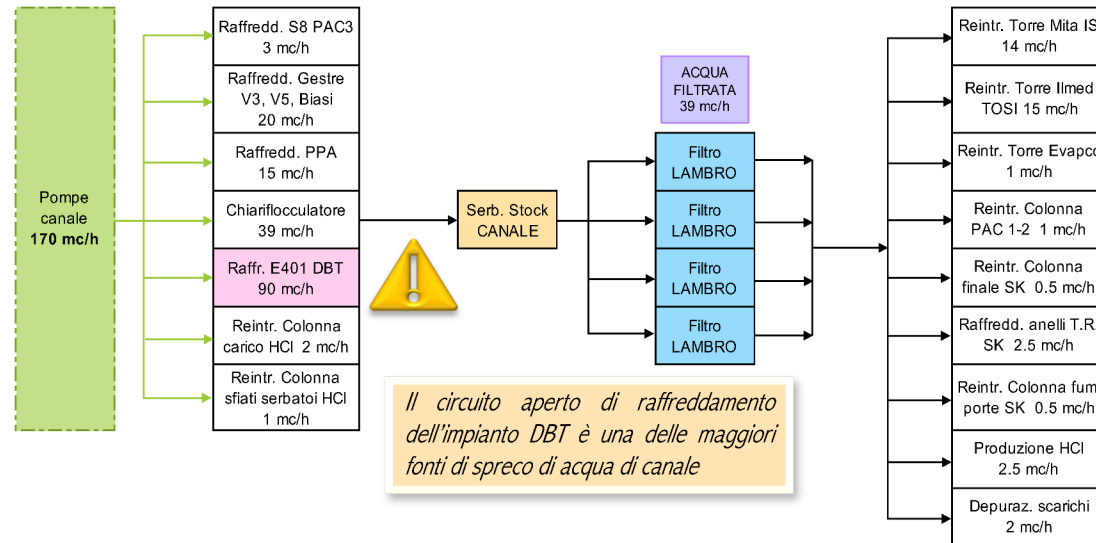
*Quale delle soluzioni sarà
approfondita in questo lavoro?*



In un'ottica di **economia circolare**, l'Azienda si sta muovendo verso nuove e più moderne tecnologie per anticipare un potenziale problema dato dalla riduzione di approvvigionamento di risorse idriche da fonti esterne.



Stabilimento di Marano Veneziano: in primo piano unità LABS e impianto PPA (produzione di acido solforico puro per analisi)



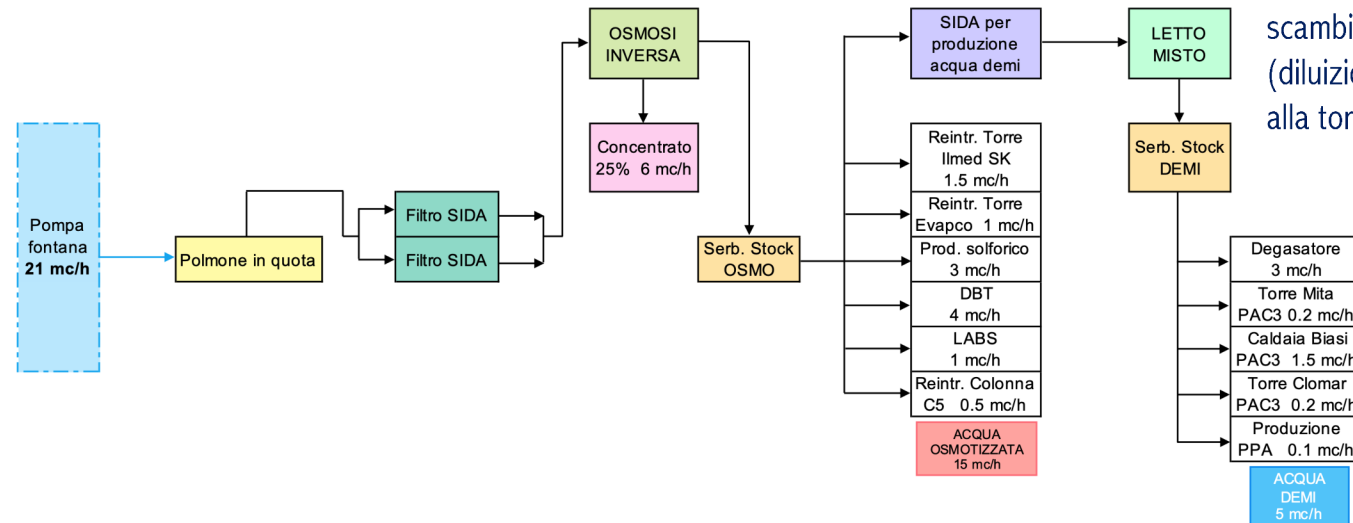
Tracciamento a blocchi dei flussi:

- di acqua di canale (sopra)
- di fontana (sotto)

per visualizzare in maniera immediata tutti i consumi idrici dello stabilimento (in portate volumetriche m³/h)



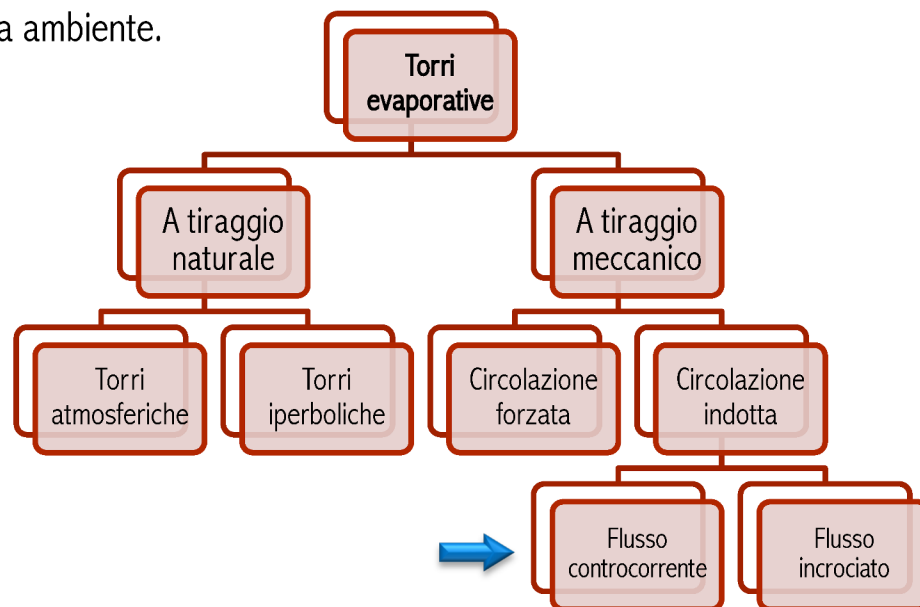
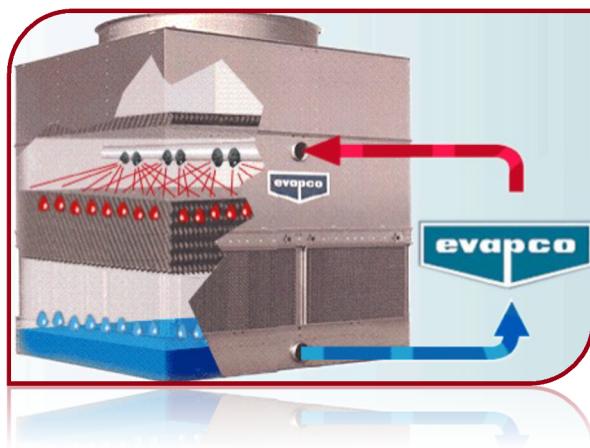
Impianto SIDA per la produzione di acqua demineralizzata. Da sinistra: torre anionica, decarbonante, cationica



Il progetto consiste nel **chiusura del circuito** dell'acqua di raffreddamento dello scambiatore E401 dell'impianto DBT (diluizione a basso titolo) collegandolo alla torre evaporativa dell'unità LABS

COS'E' UNA TORRE EVAPORATIVA?

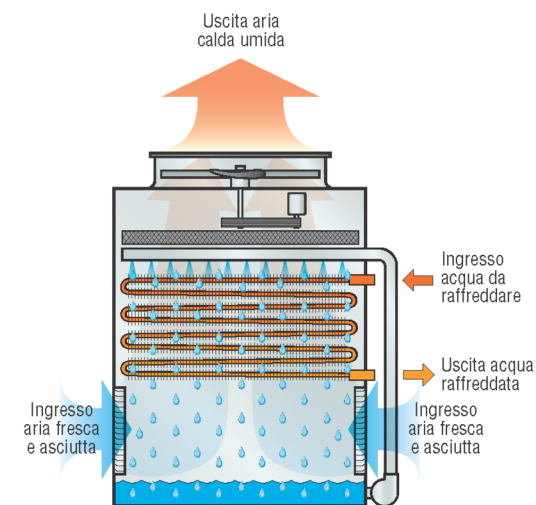
Si tratta di un'apparecchiatura che sfrutta il principio naturale del **raffreddamento evaporativo** per smaltire il calore attraverso uno scambio termico con l'aria ambiente.



CLASSIFICAZIONE DELLE TORRI EVAPORATIVE

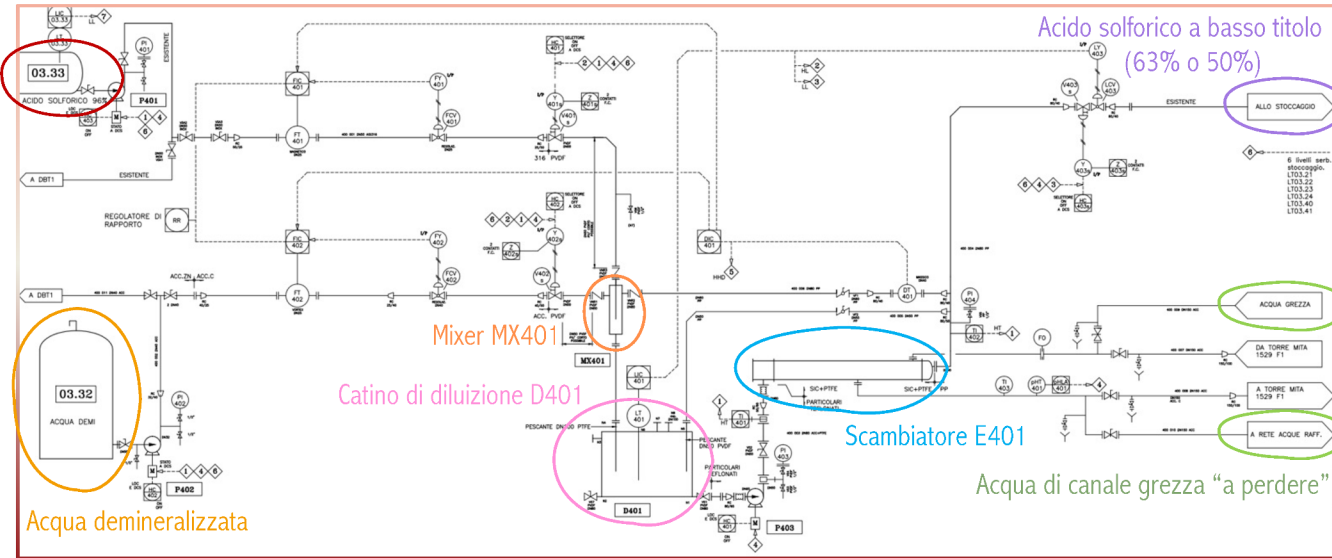
PARAMETRI OPERATIVI

- Reintegro (m^3/h)
- Spurgo (m^3/h)
- Perdita di acqua evaporata (m^3/h)
- Portata di ricircolo (m^3/h)
- Numero di cicli
- HTI (Holding Time Index) (h)



La torre evaporativa dell'unità LABS (produzione di linear alchil benzensolfonato) coinvolta nel progetto è a circolazione indotta, flusso controcorrente (Evapco AT)

Acido solforico 96% da diluire P&ID impianto DBT (stato attuale)



CARATTERISTICHE dello scambiatore E401 della DBT

- Scambiatore a fascio tubiero
- **Acqua** lato-fasciame e **acido solforico** lato-tubi
- Necessario perché la reazione di diluizione è fortemente esotermica ($\Delta H_r = -71.76 \text{ kJ/mol}$)
- Temperatura limite per la soluzione diluita in uscita di 50°C è un fattore legato sia al materiale dei serbatoi stock sia alla capacità di scambio termico di E401

Per valutare la potenzialità residua della torre Evapco LABS ci si basa sul calcolo del **calore sviluppato** nel processo di diluizione e la **temperatura dell'acido diluito** ottenuto. E' possibile determinare la portata **teorica** di calore della reazione (diluizione al 63%):

$$q_r = \Delta H_r^\circ * X * Q_{H_2SO_4,96\%} = \Delta H_r^\circ * X * \frac{W_{H_2SO_4,96\%}}{\delta_{H_2SO_4,96\%}}$$

Sostituendo con i valori numerici si ottiene una portata di **369359 kcal/h**.

Si ricava dunque la temperatura **teorica** finale della soluzione diluita:

$$q_{sol} = -q_r = m_{sol} * c_p * \Delta T = \delta_{H_2SO_4,63\%} * V_{sol} * c_p * (T_{fin,sol} - T_{H_2SO_4,96\%})$$

$$\Rightarrow T_{fin,sol} = \mathbf{111^\circ C}$$
 (ulteriore conferma teorica della forte esotermicità della reazione)

PARAMETRO OPERATIVO	VALORE	UNITÀ DI MISURA
X (molarità acido 96%)	17.68	M
$\delta_{H_2SO_4,96\%}$	1.806	g/mL
$\delta_{H_2SO_4,63\%}$	1.506	g/mL
$W_{H_2SO_4,96\%}$	2200	kg/h
V_{sol}	7318	L
$c_{p,sol}$	2.27	J/g
$T_{H_2SO_4,96\%}$ (di stock)	25	$^\circ\text{C}$

Confronto delle caratteristiche di operatività della torre evaporativa LABS con il fabbisogno termico di raffreddamento richiesto dalla **sola** unità LABS

Disponibilità **teorica** di una potenzialità di scambio termico residua perfettamente **compatibile** con il fabbisogno termico di raffreddamento richiesto dalla sola DBT pari a 369359 kcal/h

E' lecito in linea teorica considerare l'idea progettuale di collegare lo scambiatore E401 agli attuali due moduli evaporativi del LABS

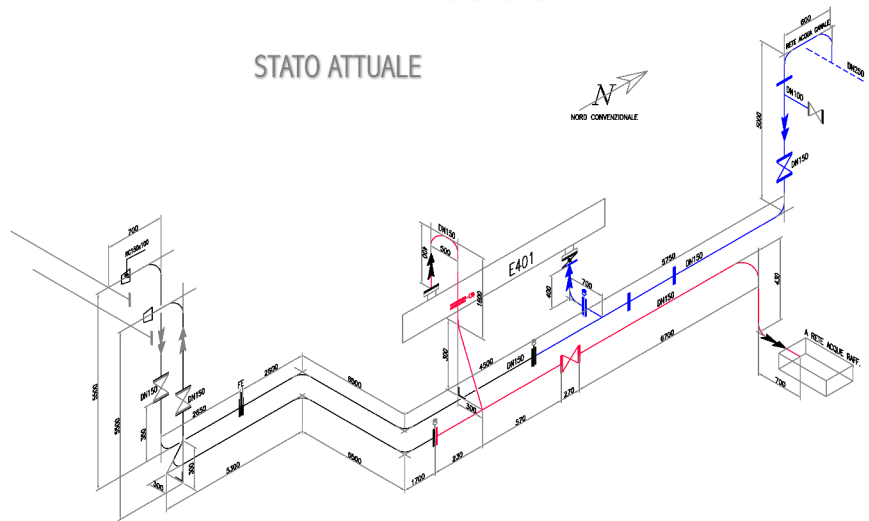


Sfruttando la disponibilità dei due moduli evaporativi, l'Azienda è stata in grado di verificare il miglioramento del rateo produttivo e del salto termico di tale soluzione

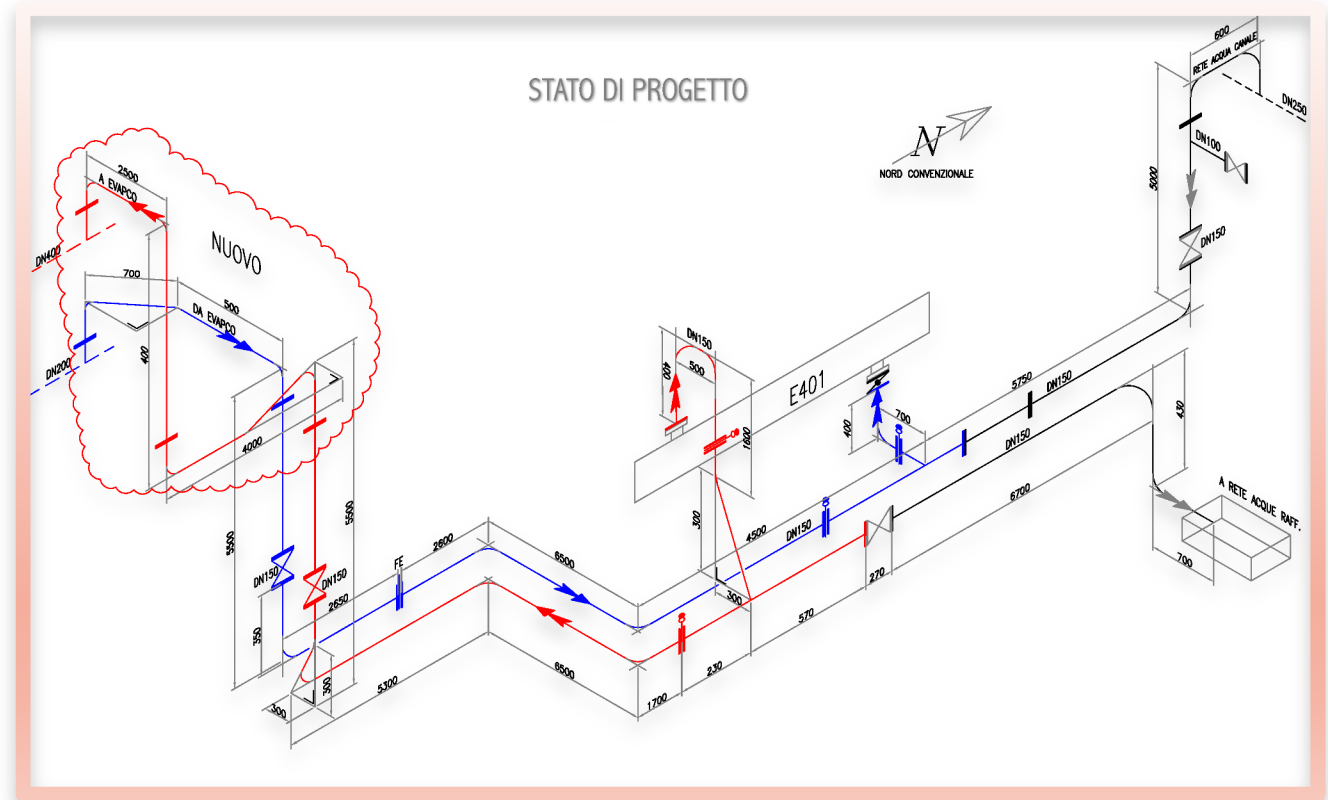
CARATTERISTICHE OPERATIVE TORRE EVAPCO

Portata acqua (m ³ /h)	Resa (kcal/h)	T IN (°C)	T OUT (°C)	T B.U. (°C)	ΔP IN (kPa)	Motore ventilatore (kW)
380	1800515	39.5	30	26	9.7	15
FABBISOGNO DI RAFFREDDAMENTO UNITA' LABS						
300	1140155	39.5	30	26		
POTENZIALITA' RESIDUA						
80	660360					

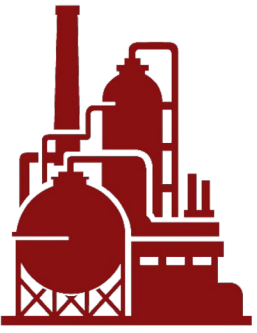
Before ...



... & after



Progettazione linee
con sketch assonometrici:
piping-layout before & after



CHIUSURA DEL CIRCUITO DI RAFFREDDAMENTO DELL'IMPIANTO DBT: LAVORI EFFETTUATI

E' importante evidenziare il fatto che per garantire la **continuità operativa** dell'impianto IS e delle sue appendici (come l'unità LABS e l'impianto DBT in analisi) occorre aumentare la capacità di scambio della Evapco installando un **nuovo modulo** in parallelo ai due già esistenti.

A destra, **report fotografico** dei lavori di revamping che si stanno effettuando nello stabilimento. Questi riguardano nello specifico la modifica delle linee che caratterizzano l'unità LABS e l'adiacente impianto DBT, come è stato visualizzato in via teorica attraverso gli sketch assonometrici.



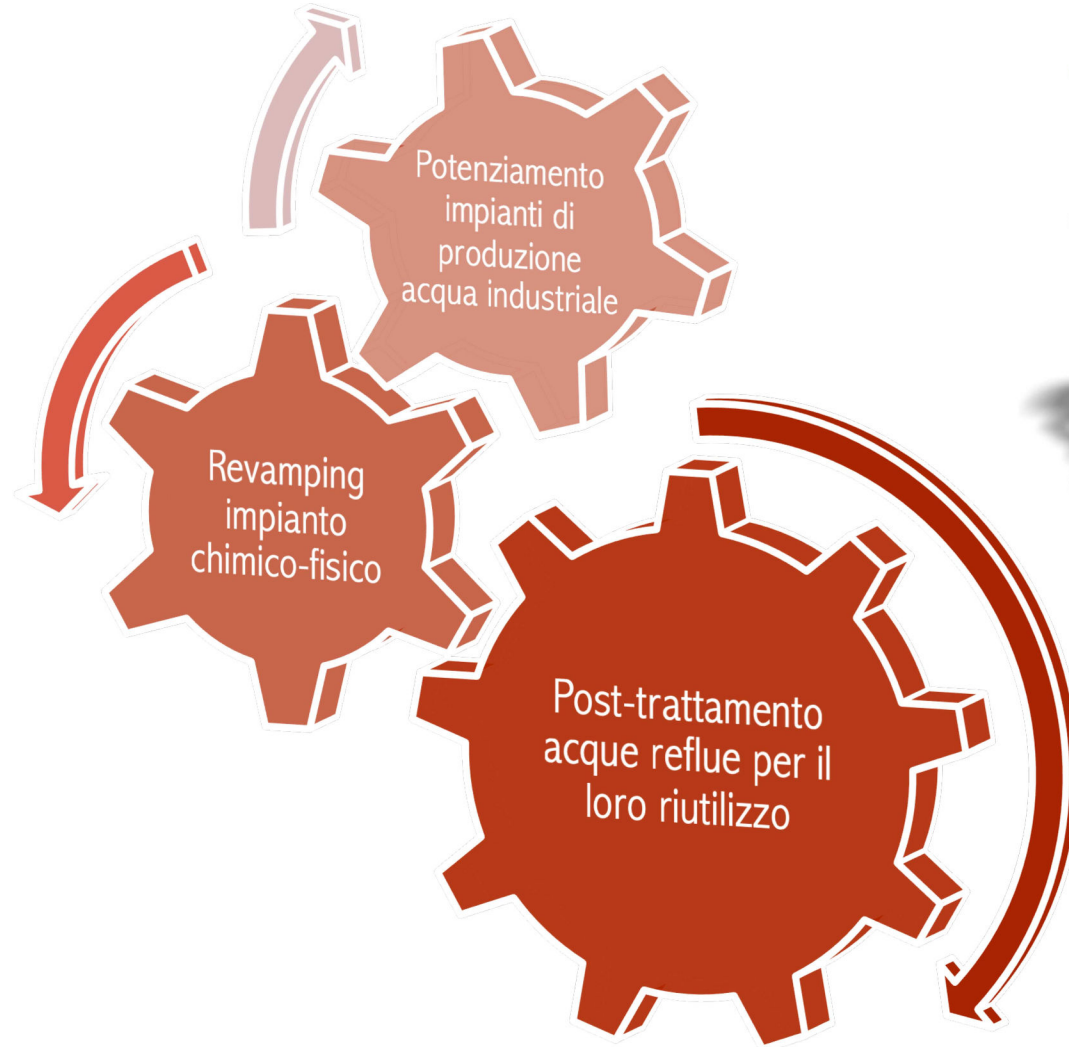


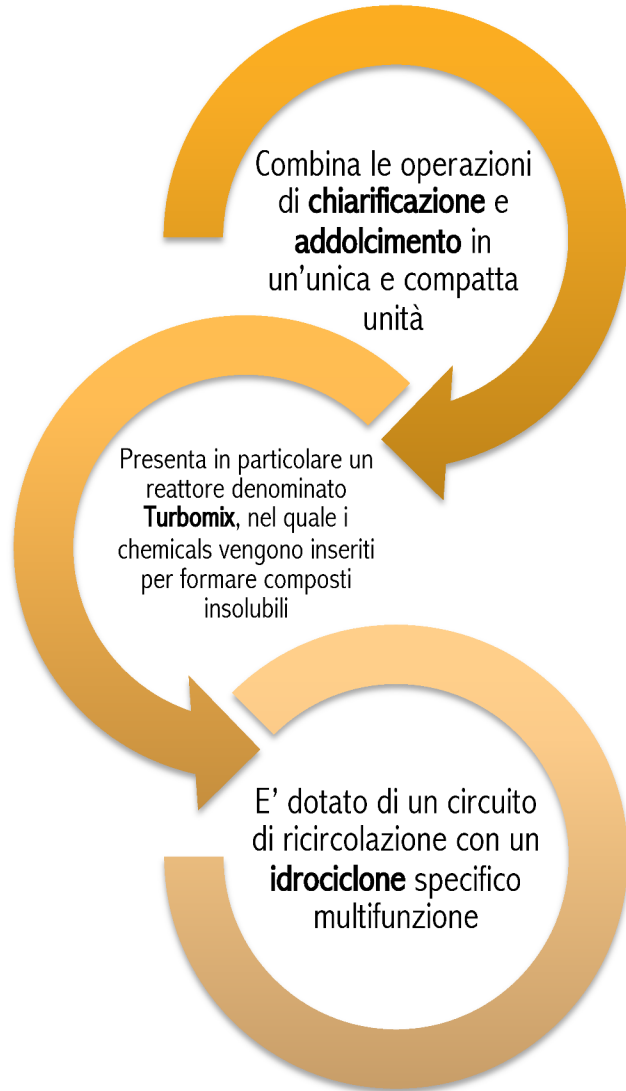


Volgendo uno sguardo al FUTURO...

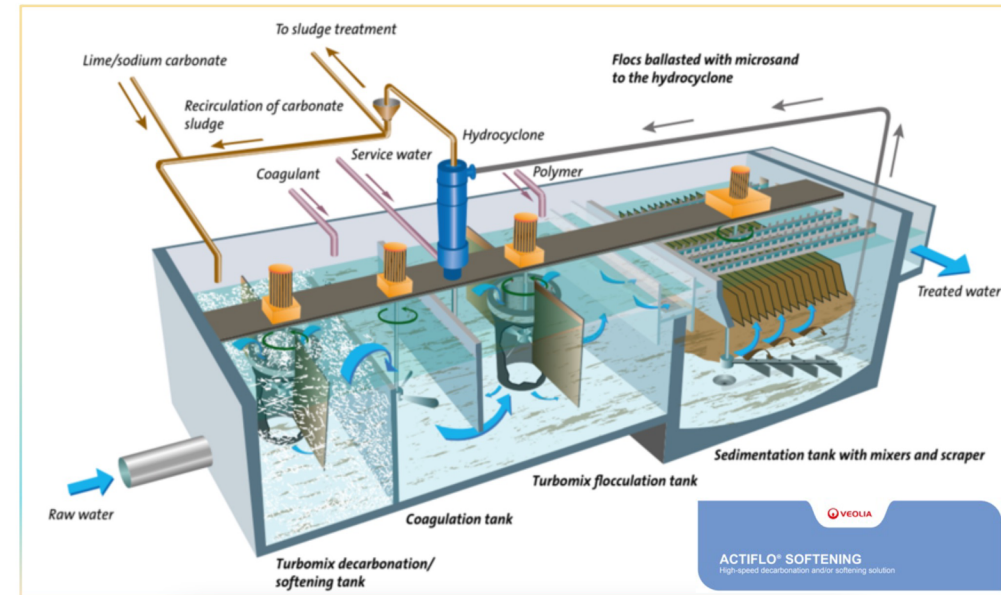
Nell'ambito della valutazione di soluzioni tecnologiche nel medio e lungo periodo, l'Azienda si sta impegnando nella studio di piani impiantistici grazie anche alla collaborazione con **aziende specializzate** nel settore del *Water & Waste Water Treatment*.

Uno di questi è il **revamping** dell'**impianto chimico-fisico** per la depurazione dei reflui.





Sul fronte del medio termine, l'Azienda sta studiando, in collaborazione con Veolia, una soluzione tecnologica come sostituzione dell'attuale chimico-fisico (**tecnologia Actiflo Softening**). Infatti, parallelamente all'ampliamento dello stabilimento grazie al **secondo impianto SK** in corso di costruzione, si dovrà provvedere ad assicurare l'incremento di efficacia produttiva dell'impianto di depurazione delle acque di processo.





Grazie per l'attenzione

Si ringraziano per la collaborazione:



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

