

Ottimizzazione del sistema di lavaggio dei cerchi in lega

Indice

- INTRODUZIONE
- SISTEMA DI LAVAGGIO
- SCOPO DEL PROGETTO
- MODELLAZIONE IN FLOWNEX
- ANALISI DEI RISULTATI
- CONFRONTO SPERIMENTALE
- CONCLUSIONI

Introduzione

Cromodora Wheels fornisce cerchi in lega di primo equipaggiamento per autovetture alle principali case costruttrici europee.



Introduzione

I principali **processi tecnologici** necessari per la produzione dei cerchi in lega sono la colata in bassa pressione, la lavorazione meccanica e la verniciatura.



Fonderia



Lavorazione meccanica



Verniciatura

Introduzione

Al termine della fase di **lavorazione meccanica**, prima di procedere alla verniciatura dei cerchi in lega, è importante pulire **le ruote dal residuo dei trucioli e dagli oli lubrorefrigeranti** derivanti dal processo di lavorazione.



Fonderia



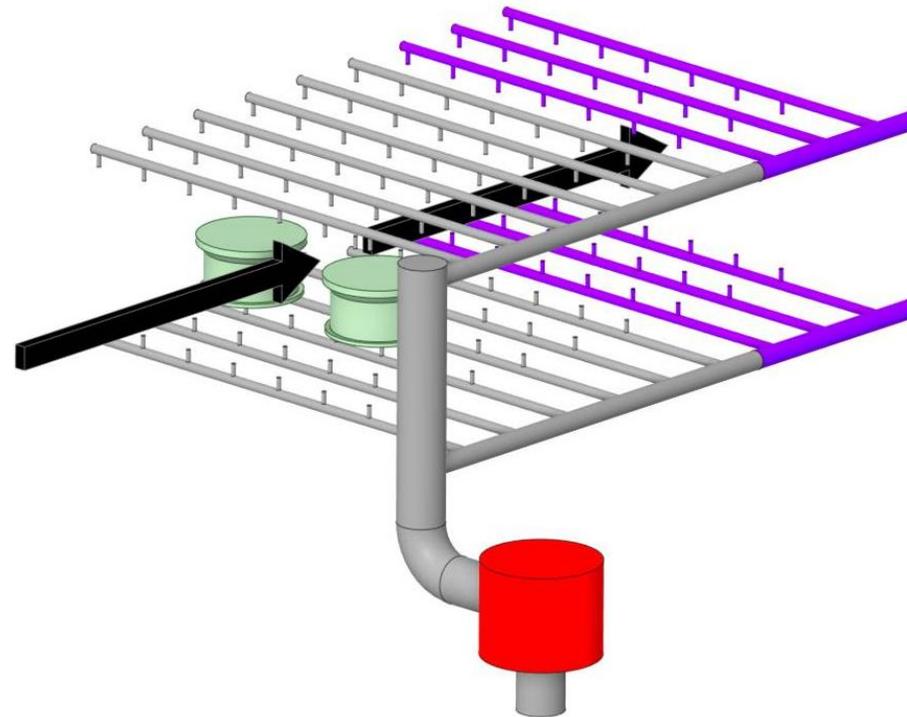
Lavorazione meccanica



Verniciatura

Il sistema di lavaggio

Il **lavaggio** dei cerchi in lega viene eseguito posizionandoli su un nastro trasportatore che attraversa un tunnel, in cui sono presenti degli **ugelli che spruzzando acqua** sui componenti da pulire.

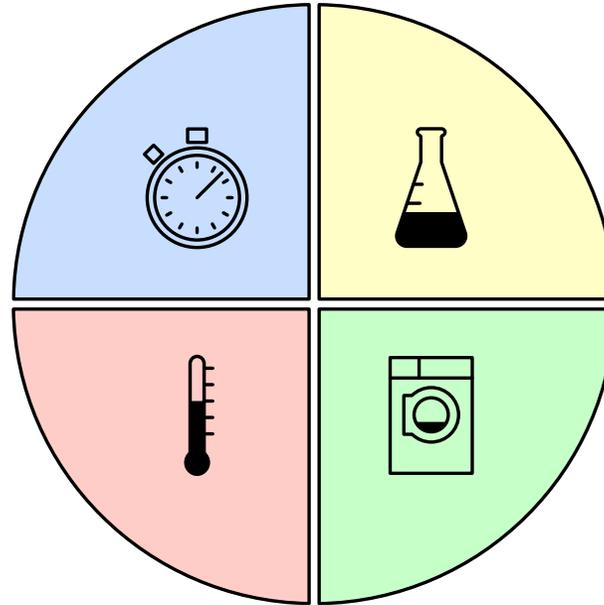


Lo scopo del progetto

Obiettivo: ottimizzare il sistema di lavaggio dei cerchi in lega

Tutte le teorie studiate che illustrano i principi della pulizia superficiale convergono nell'indicarci i fattori da migliorare per raggiungere il nostro obiettivo:

Tempo di lavaggio



Agenti chimici

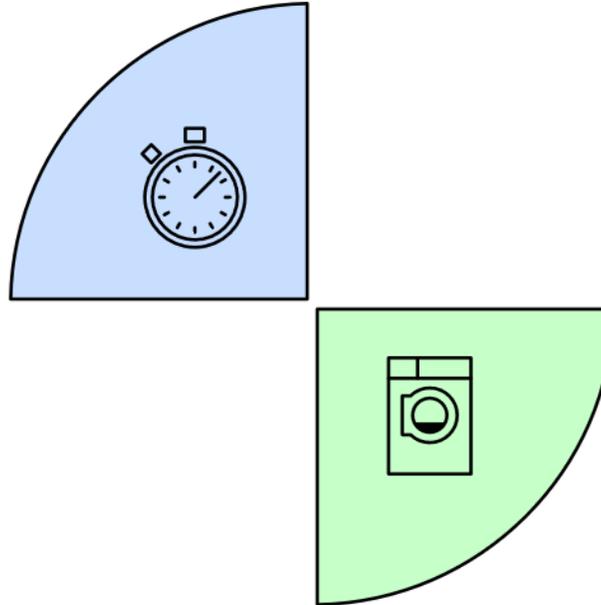
Temperatura dell'acqua

Azione meccanica

Lo scopo del progetto

Non potendo agire né sulla **chimica del fluido** né sull'aumento della **temperatura** dell'acqua, decidiamo di agire sul **tempo di lavaggio** aumentando il numero degli ugelli che spruzzano acqua e di conseguenza il tempo in cui i cerchi attraversano il tunnel.

Tempo di lavaggio

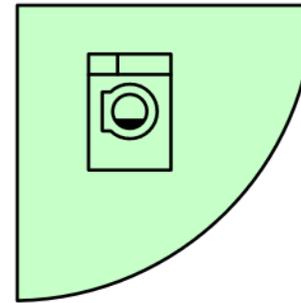


Azione meccanica

Lo scopo del progetto



Utilizziamo Flownex per verificare quanto diminuisce l'**azione meccanica** (*forza di impatto dell'acqua sulle ruote*) all'aumentare del numero degli ugelli utilizzati nel lavaggio e, se necessario, per progettare la sostituzione degli ugelli al fine di mantenere invariata la «forza di lavaggio» rispetto alle condizioni iniziali.



Azione meccanica

Lo scopo del progetto – «forza di lavaggio»

Supponiamo che il getto d'acqua urti perpendicolarmente il nostro cerchio in lega da pulire, in modo da considerare che la **componente della quantità di moto dell'acqua ortogonale al piano** si annulli dopo l'impatto.

Questo richiede che sull'acqua **agisca una forza**, esercitata dal piano, **uguale alla variazione della quantità di moto nella direzione ortogonale al piano**.

Per il **teorema dell'impulso** scriviamo dunque che: $\mathbf{F} = \frac{dq}{dt} = \frac{dm}{dt} v = \dot{m} v$

Per questo motivo, nelle simulazioni che riporteremo nelle prossime *slides*, **al fine di calcolare la forza di lavaggio**, considereremo i seguenti *output*: **portata media in uscita dagli ugelli** e **velocità media dell'acqua in uscita dagli ugelli**.

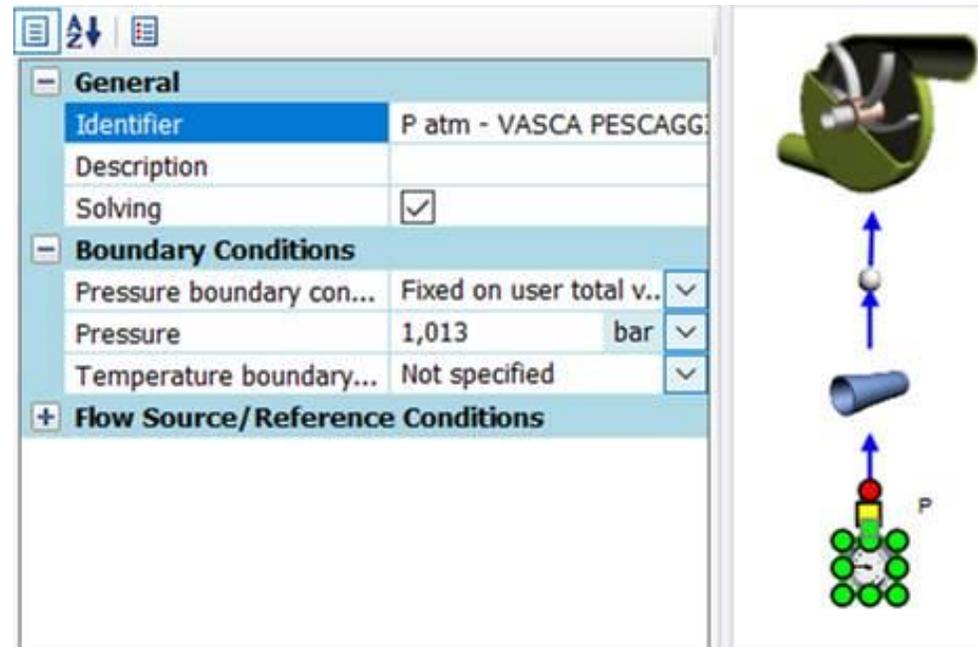
Modellazione in Flownex

Dobbiamo preparare in **Flownex** le seguenti **configurazioni A, B e C** in cui andremo a testare il nostro impianto di lavaggio dei cerchi in lega:

| Configurazione dell'impianto | Pressione a monte della pompa | Pompa utilizzata | N° ugelli e tipo | Pressione a valle degli ugelli |
|------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| A | 1 atm | Alfabloc 50-13.2 | 84 ugelli <i>D eq = 4.1 mm</i> | 1 atm |
| B | 1 atm | Alfabloc 50-13.2 | 126 ugelli <i>D eq = 4.1 mm</i> | 1 atm |
| C | 1 atm | Alfabloc 50-13.2 | 126 ugelli <i>D eq = 3.4 mm</i> | 1 atm |

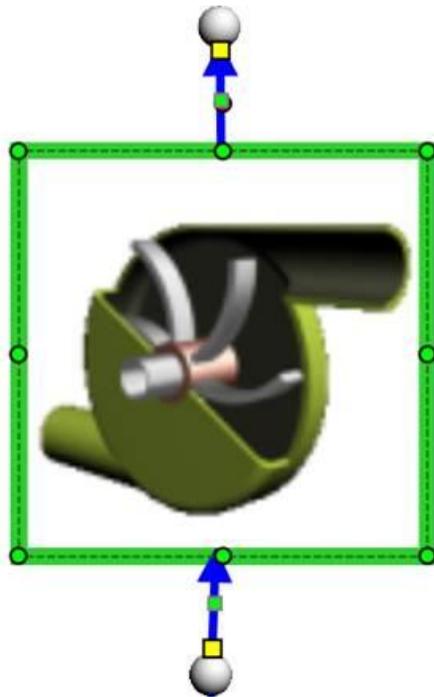
Modellazione in Flownex

Definiamo la condizione di pressione atmosferica a monte della pompa:



Modellazione in Flownex

Inseriamo nel software la **curva caratteristica** della **pompa alfablocc 50-13.2** che utilizziamo per prelevare l'acqua dalla cisterna di accumulo e portarla agli ugelli:



Pump And Fan Chart Editor - ALFABLOC 50-13.2.paf

Factors and Constants

Reference Density: 1000 kg/m³

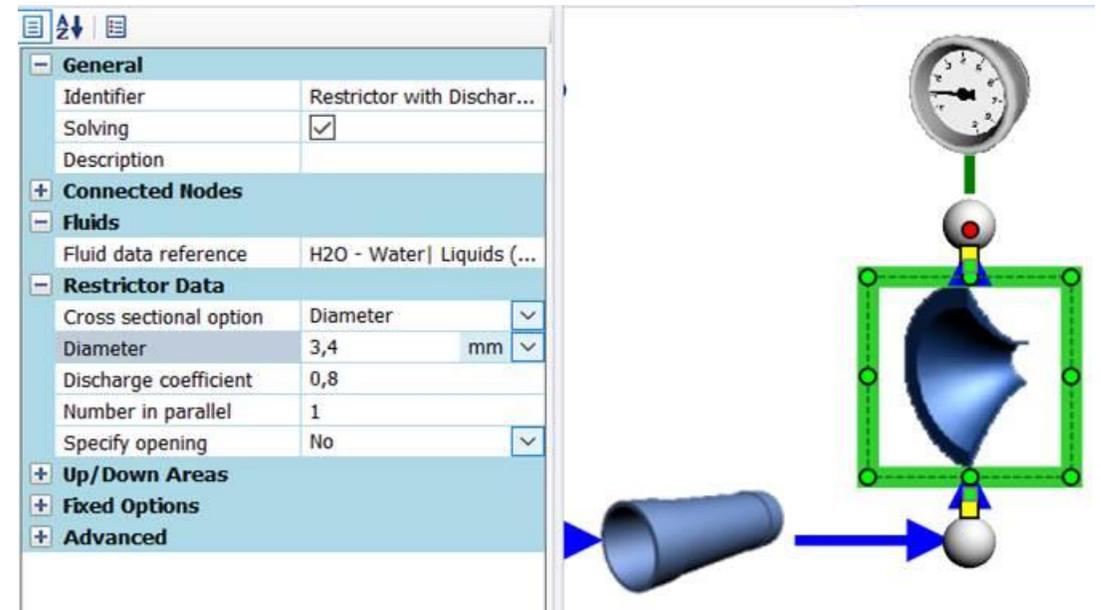
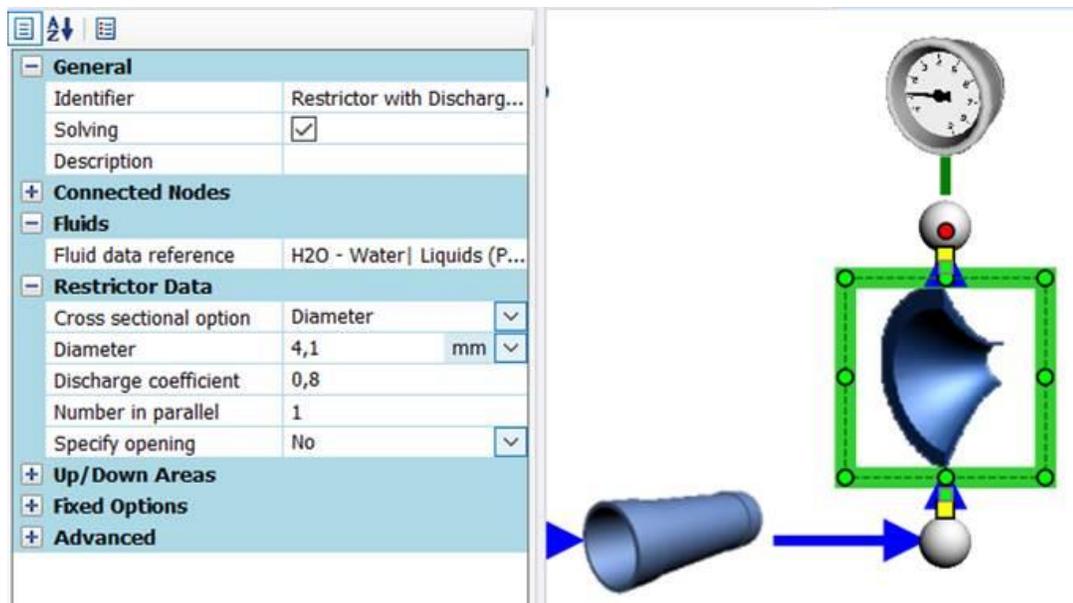
Pressure Rise Data | NPSH Data

| Point | Volume Flow Rate | Pressure Rise |
|-------|-------------------|---------------|
| Unit | m ³ /h | kPa |
| 1 | 34.999999992 | 145 |
| 2 | 39.999999996 | 140 |
| 3 | 45 | 135 |
| 4 | 50.000000004 | 125 |
| 5 | 55.000000008 | 110 |
| 6 | 60.000000012 | 95 |

OK Cancel

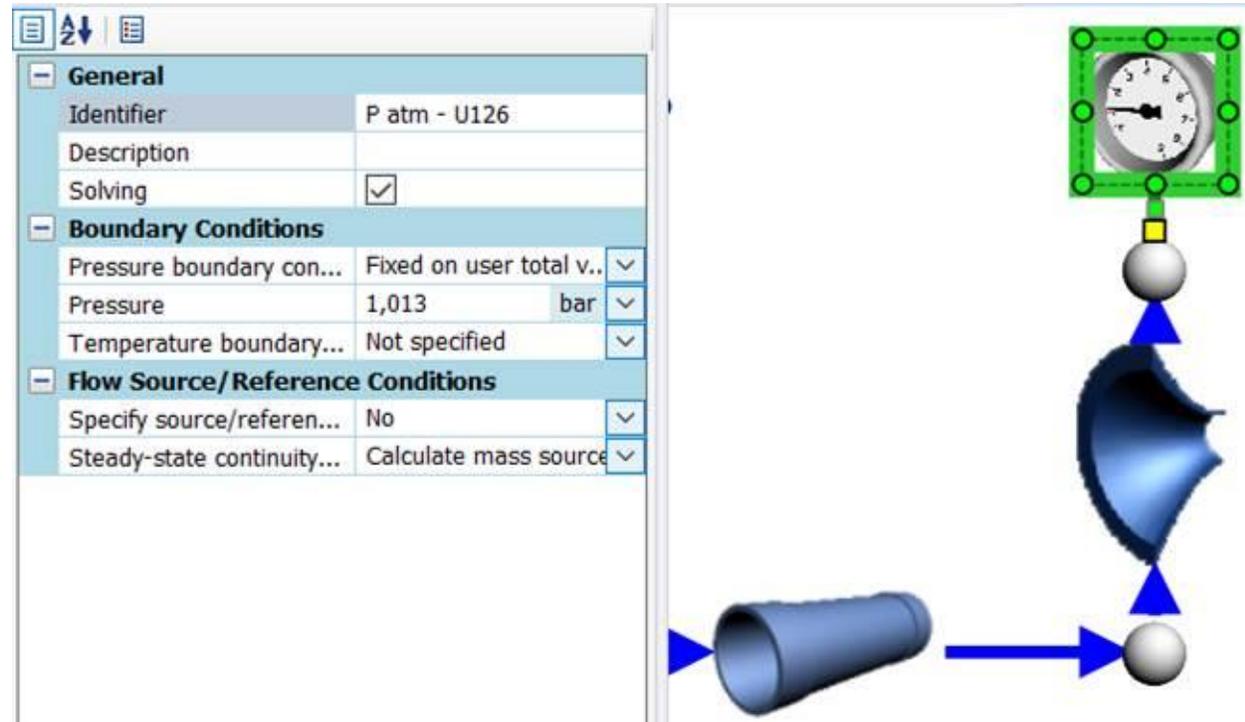
Modellazione in Flownex

Definiamo gli ugelli con diametro equivalente di 4.1 mm per la configurazione A e B, 84 nel primo caso e 126 nel secondo e i 126 ugelli con diametro equivalente di 3.4 mm utilizzati nella configurazione C:



Modellazione in Flownex

Definiamo la **condizione di pressione atmosferica** a valle degli ugelli:



Modellazione in Flownex

Definiamo inoltre per ogni nodo la relativa quota rispetto al terreno e per ogni tratto di tubo il diametro, la rugosità superficiale e la lunghezza:

The image displays two screenshots of the Flownex software interface, showing the configuration of two different nodes in a hydraulic model. Each node is represented by a 3D model of a pipe section with a pressure gauge icon above it.

Left Node Configuration:

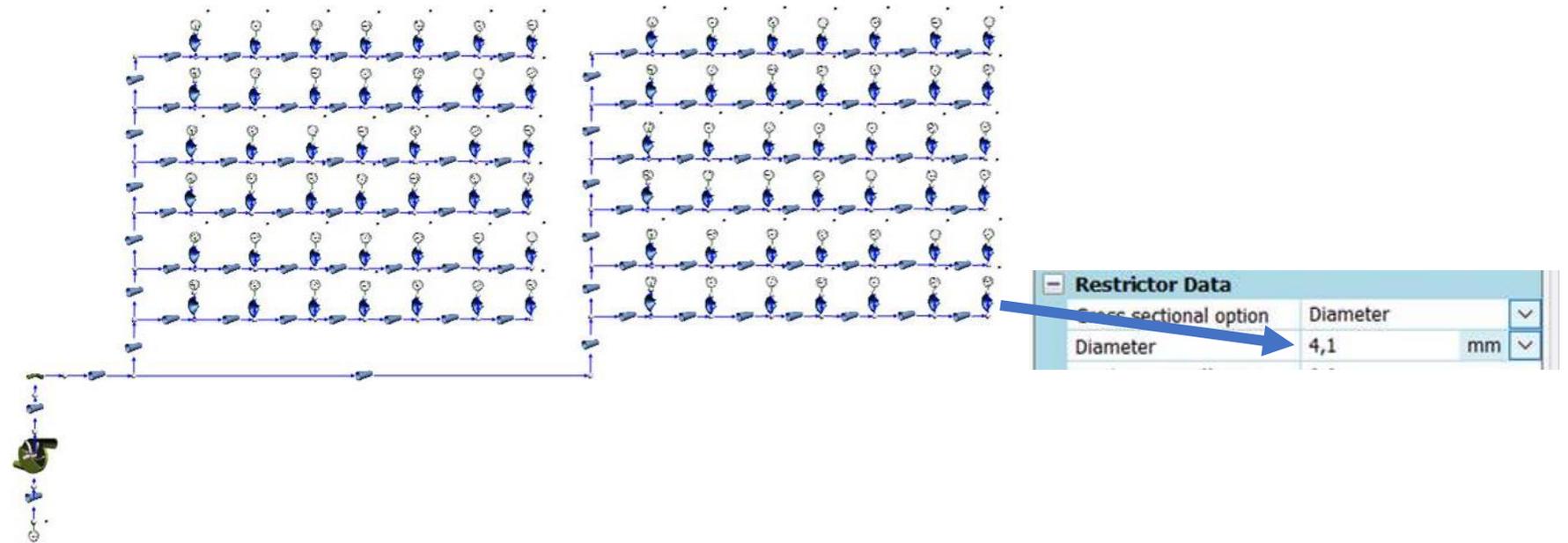
- General:** Identifier: MONTE UGELLO 126, Solving:
- Fluids:** Fluid data reference: H2O - Water | Liquids (...)
- Solver Guess Values:** Specify guess values: No
- Boundary Conditions:** Elevation: 2,4 m
- Geometry:** (Expanded)
- Heat Transfer:** Heat input: 0 kW
- Radial Pressure Gradient:** Radial pressure bound...: No

Right Node Configuration:

- General:** Identifier: TRATTO FINALE U_126, Solving: , Description: RAMPA1
- Connected Nodes:** (Expanded)
- Fluids:** Fluid data reference: H2O - Water | Liquids (...)
- Geometry:** Geometry option: Specify geometry, Length: 0,3 m
- Options:** Cross sectional option: Diameter, Variable area: No
- Inlet:** Diameter: 40 mm
- Discretisation:** Number of increments: 1, Number in parallel: 1
- Losses:** Primary loss type: Darcy Weisbach, Roughness option: Specify manually, Roughness: 60 μm

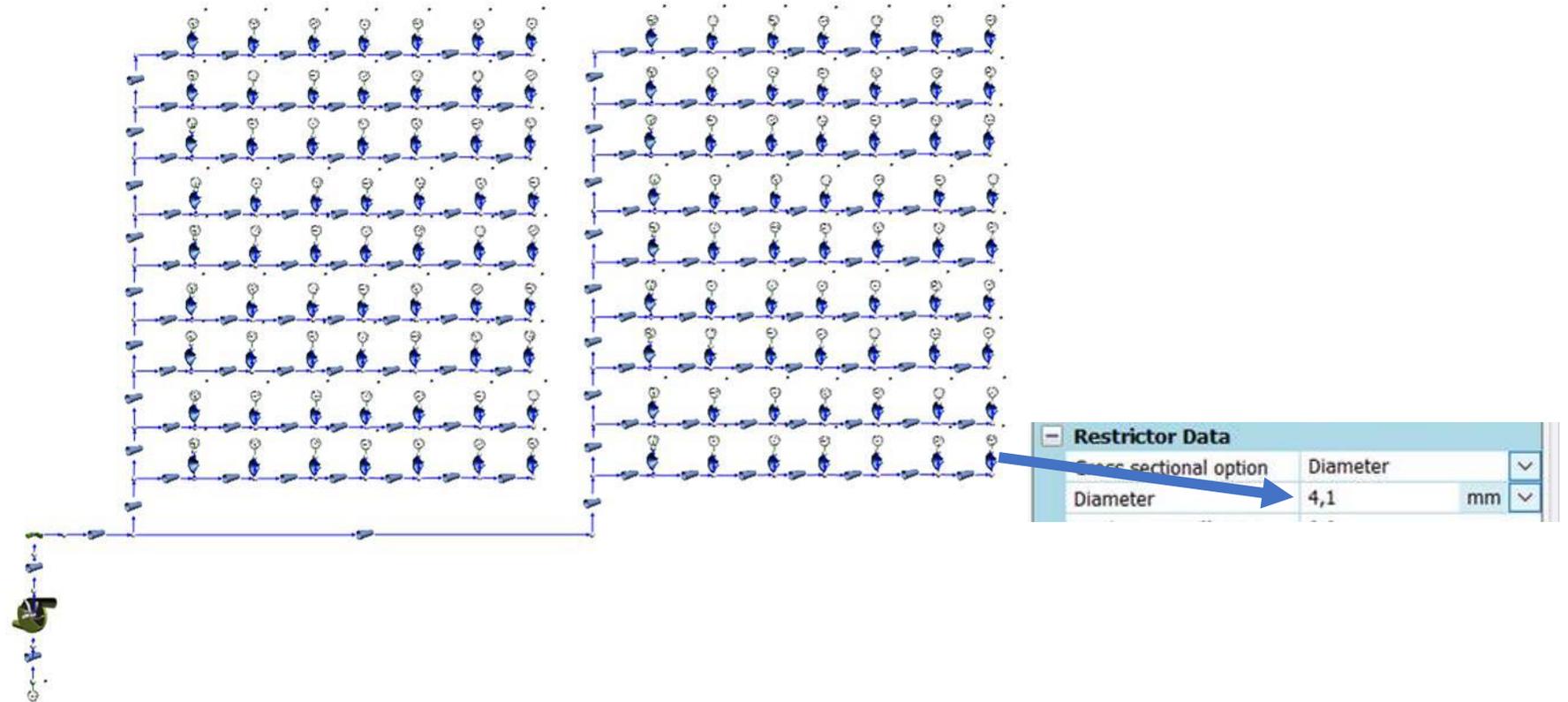
Modellazione in Flownex

Configurazione A dell'impianto di lavaggio dei cerchi in lega:



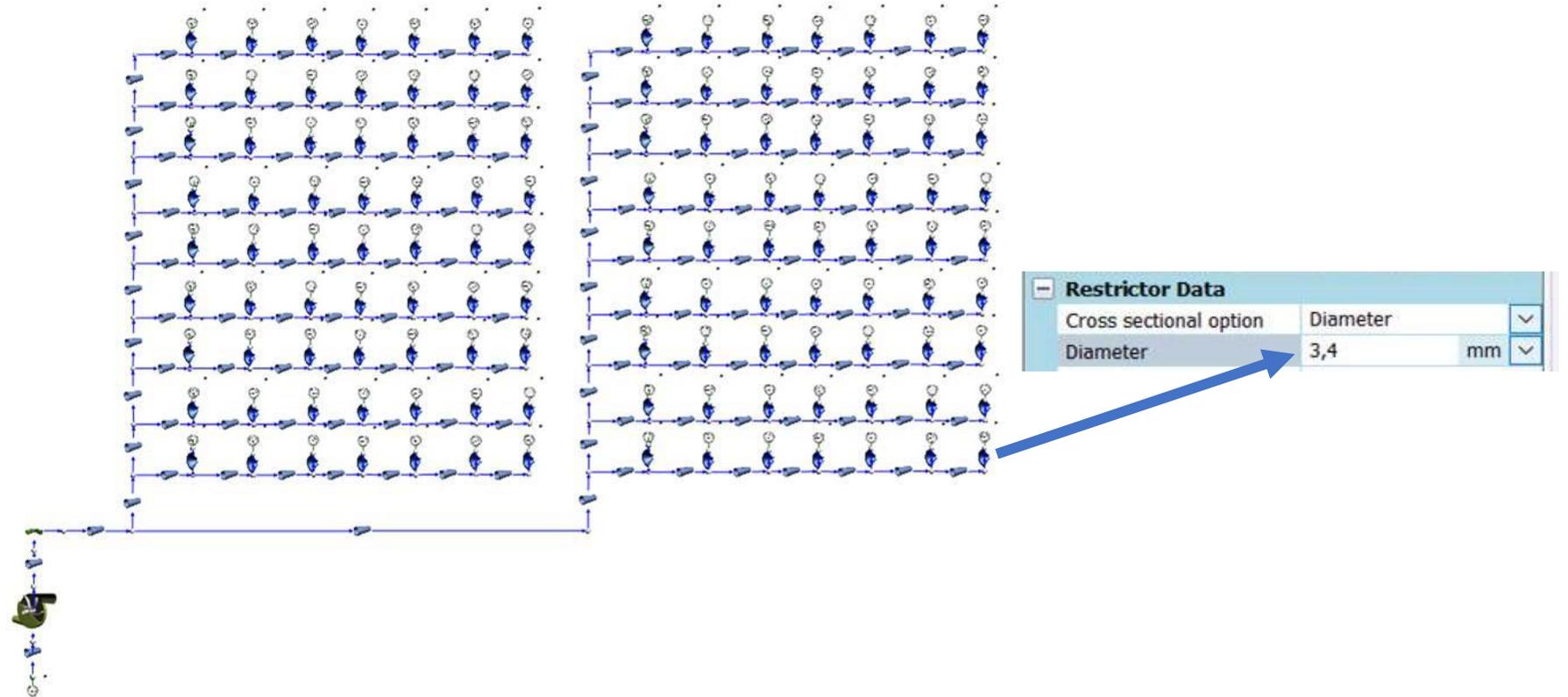
Modellazione in Flownex

Configurazione B dell'impianto di lavaggio dei cerchi in lega:



Modellazione in Flownex

Configurazione C dell'impianto di lavaggio dei cerchi in lega:



Analisi dei risultati

Di seguito riportiamo i valori ottenuti dalle simulazioni nelle varie configurazioni:

| Configurazione | N° ugelli e tipo ₁ | Tempo lavaggio [s] | Portata ₂ [kg/s] | Velocità ₃ [m/s] | Forza impatto ₄ [N] | Forza impatto [%] |
|----------------|------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| A | 84 ugelli <i>D eq = 4.1 mm</i> | 42 s | 0.1524 kg/s | 11.55 m/s | 1.76 N | 100% |
| B | 126 ugelli <i>D eq = 4.1 mm</i> | 63 s | 0.1333 kg/s | 10.10 m/s | 1.35 N | 77% |
| C | 126 ugelli <i>D eq = 3.4 mm</i> | 63 s | 0.1239 kg/s | 13.66 m/s | 1.70 N | 97% |

1 – Numero di ugelli utilizzati nell'impianto e dimensione del diametro equivalente degli stessi;

2 – Portata media, calcolata in Flownex, in uscita da tutti gli ugelli utilizzati;

3 – Velocità media, calcolata in Flownex, del getto in uscita dagli ugelli utilizzati;

4 – Forza di impatto calcolata come prodotto della portata d'acqua media e della velocità media in uscita dagli ugelli;

5 – Forza di impatto, espressa in %, calcolata dividendo per la forza di impatto della configurazione A.

Confronto sperimentale

Per **verificare la correttezza della simulazione** confrontiamo il valore di pressione simulato e letto sull'impianto, a valle della pompa:

| Configurazione | N° ugelli e tipo ₁ | Tempo lavaggio [s] | Pressione (S) ₂ [bar] | Pressione (R) ₃ [bar] |
|----------------|------------------------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| A | 84 ugelli <i>D eq = 4.1 mm</i> | 42 s | 2.18 bar | 2.20 bar |
| B | 126 ugelli <i>D eq = 4.1 mm</i> | 63 s | 1.83 bar | 1.85 bar |
| C | 126 ugelli <i>D eq = 3.4 mm</i> | 63 s | 1.96 bar | 1.95 bar |

1 - Numero di ugelli utilizzati nell'impianto e dimensione del diametro equivalente;

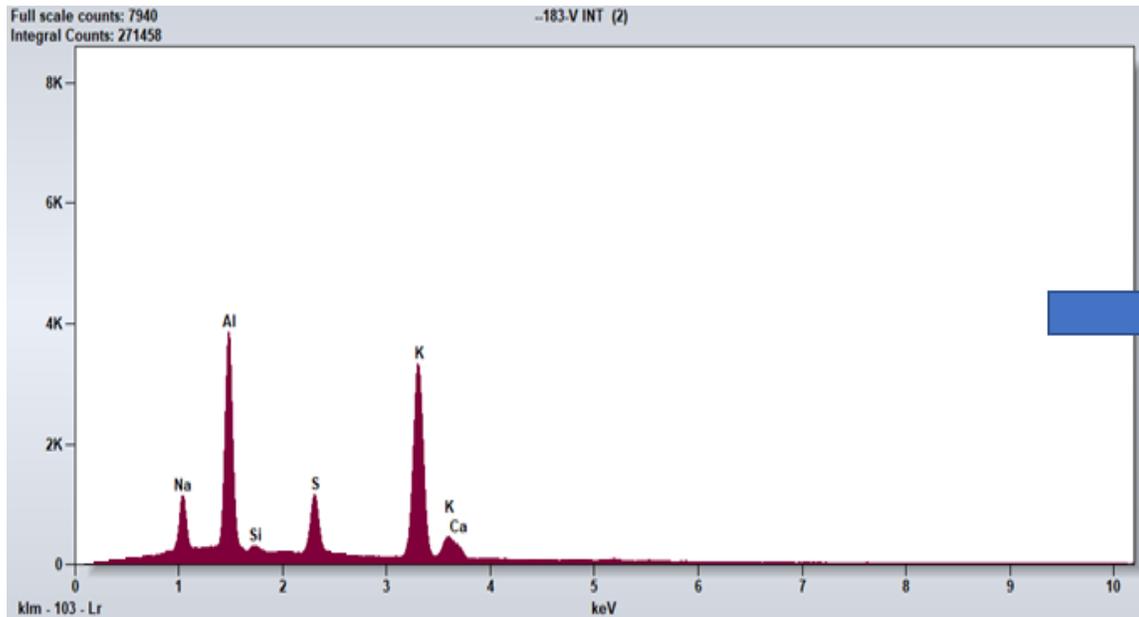
2 - Pressione a valle della pompa calcolata in Flownex;

3 - Pressione a valle della pompa misurata sull'impianto di lavaggio.

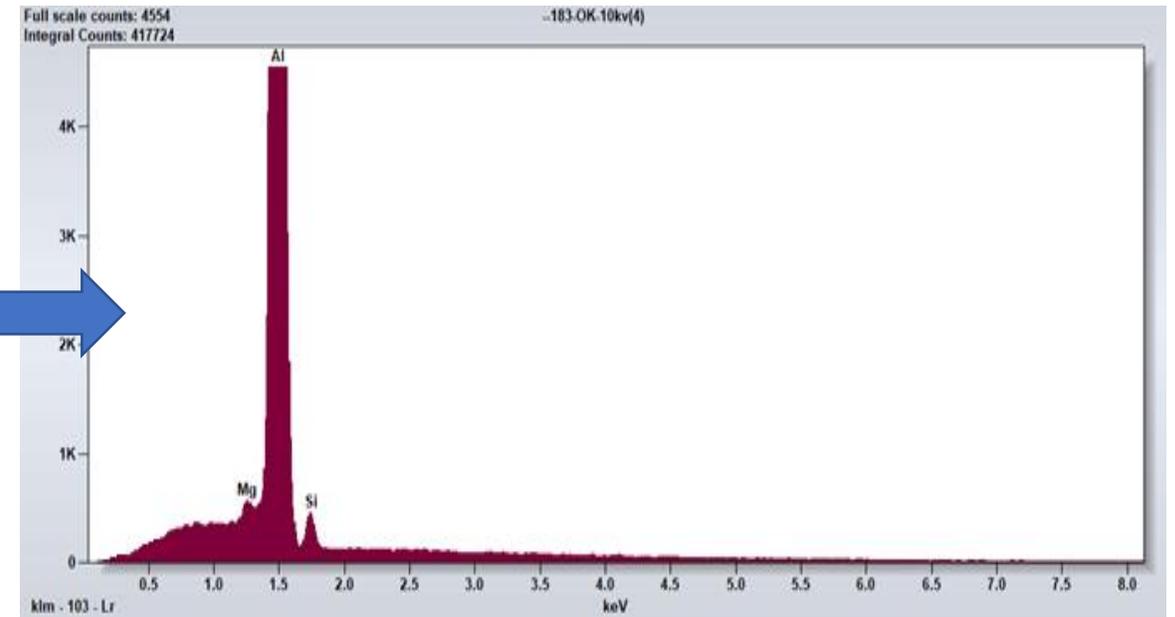
Conclusioni

Su alcuni lotti di campionatura è stata valutata la superficie con delle analisi EDS:

CONFIGURAZIONE A



CONFIGURAZIONE C



Conclusioni

Come appena mostrato i valori di pressione misurati nell'impianto a valle della pompa e quelli calcolati nelle simulazioni in Flownex sono **molto ben correlati**.

Per questo motivo abbiamo ritenuto Flownex uno strumento solido e utilizzabile nella progettazione delle modifiche all'impianto e grazie alle simulazioni svolte siamo riusciti a **ottimizzare il sistema di lavaggio dei cerchi in lega lavando i cerchi per il 50% in più del tempo e mantenendo invariata la forza di lavaggio**.



Grazie per l'attenzione



ALESSIO FRANCHI

COMPUTATIONAL SIMULATIONS &
THERMAL FLUID DYNAMICS



afranchi@cromodorawheels.com

International CAE Conference, 16-18 novembre 2022