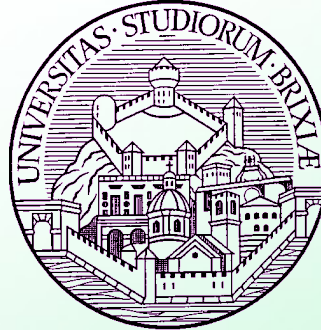


Università degli Studi di Brescia
Facoltà di Ingegneria
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale



XXIV Ciclo di Dottorato di Ricerca in Meccanica Applicata
Relazione Secondo Anno

Ottimizzazione delle prestazioni di valvole per applicazioni automotive

Dottorando : FRANCHINI MATTEO

Coordinatore: Prof. GIOVANNI LEGNANI

Tutor: Prof. FAGLIA RODOLFO

Struttura Presentazione

Introduzione al tema della ricerca

Attività principale

Sviluppi e approfondimenti

Attività collaterali e collaborazioni

Introduzione

L'attività di ricerca nasce a seguito di problematiche riscontrate nei componenti di impianti di rifornimento metano per autotrazione, investiti da alte portate.

ESIGENZE MERCATO:

- › Tempo di rifornimento
- › Massa gas imbarcata



Aumento della portata del gas in rifornimento e della pressione di stoccaggio

AUMENTO SOLLECITAZIONI:

Il metano viene immesso nel serbatoio auto ad una pressione superiore ai 200 bar, per cui i componenti adibiti al rifornimento sono investiti da elevati flussi di gas ad alta pressione che ne mettono a dura prova la tenuta e la durata nel tempo

Introduzione

I componenti più soggetti a deterioramento sono le guarnizioni (O-Ring)

- Scalzamento OR dalla sede
- Estrusione
- Collisione con impurità
- Instabilità e deterioramento delle proprietà meccaniche (cicli termici, interazione chimica)
- Explosive decompression



Struttura Presentazione

Introduzione al tema della ricerca

Attività principale

Sviluppi e approfondimenti

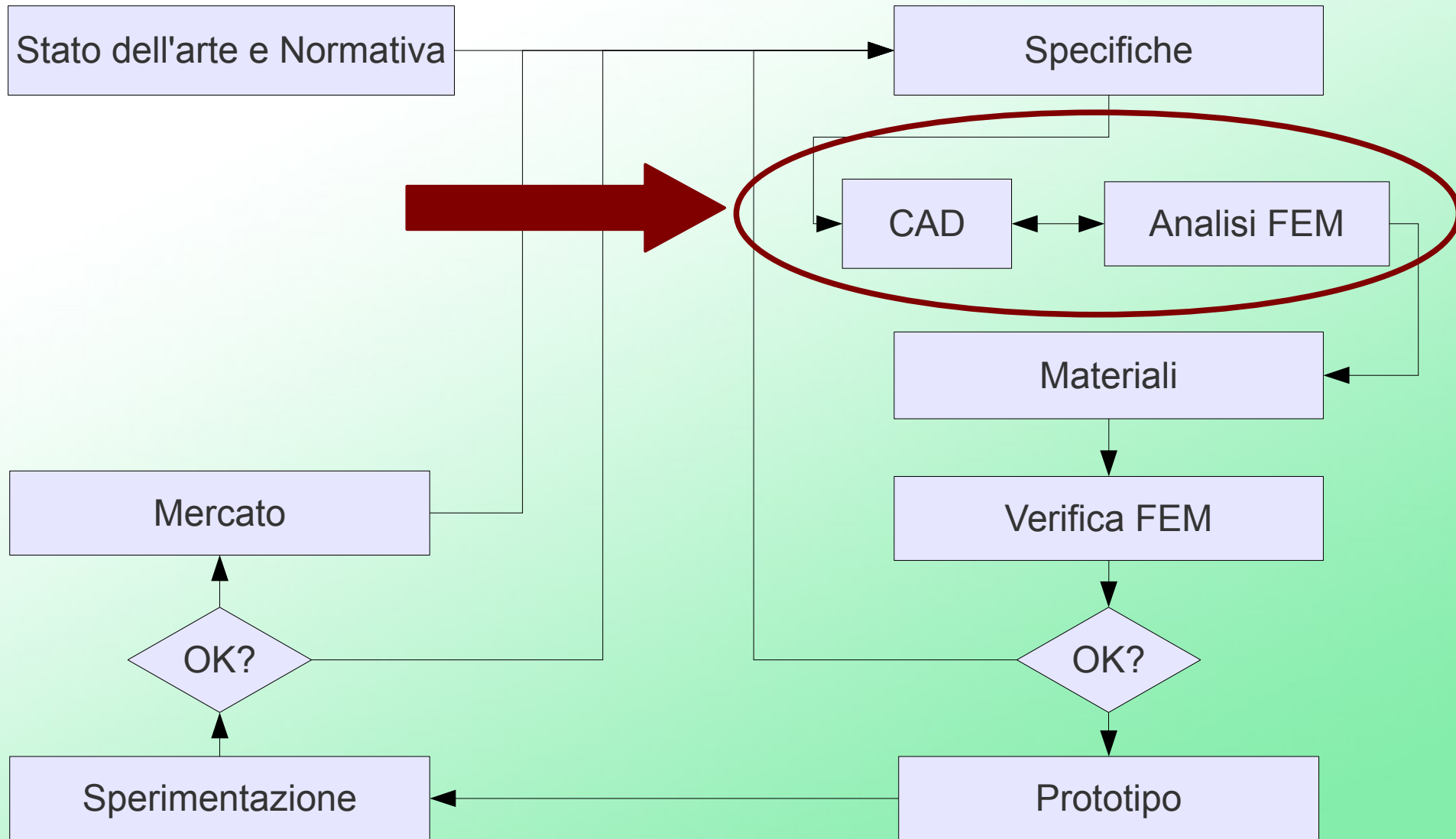
Attività collaterali e collaborazioni

Durante il secondo anno, l'attività è stata indirizzata allo sviluppo di un mandrino di carica per autoveicoli alimentati a metano.

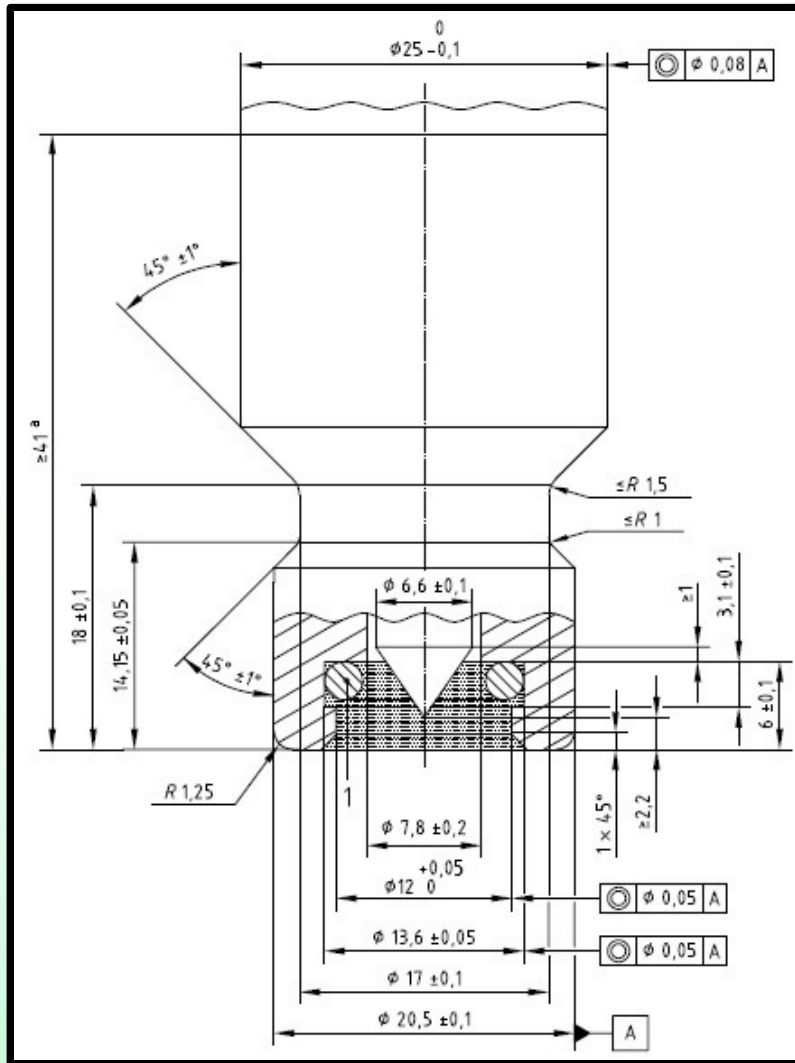
Il mandrino di carica è quel dispositivo che permette di collegare il serbatoio dell'autovettura con la cisterna in alta pressione della stazione di rifornimento, in modo da effettuare la ricarica con gas naturale.



Ciclo di progettazione



ISO 14469-1 e Specifiche



Road vehicles — Compressed natural gas (CNG) refuelling connector

Part 1: 20 MPa (200 bar) connector

Parametri da rispettare

- Pressione di esercizio garantita 250 bar
- Frequenza di utilizzo:
 - Classe A, High Frequency Use:
100.000 cicli (100 fill/day, 3 anni)
 - Classe B, Medium Frequency Use:
20.000 cicli (10 fill/day, 5 anni)

ISO 14469-1 e Specifiche

Requisiti principali del design:

- Minimizzare le possibilità di assemblaggio scorretto
- Sicuro e resistente alle deformazioni, distacco di parti e altre tipologie di danneggiamento (caduta, etc...)
- Range di temperatura:
 - - 40 °C <> 85°C
 - - 20°C <> 120°C
- Elementi in ottone con percentuale di rame (Cu) inferiore al 70% (compatibilità con tutti i costituenti del gas naturale)
- Connessione tra mandrino e connettore NGV deve avvenire senza utilizzo di attrezzi.
- Tutte le zone che vengono a contatto con le mani dell'operatore devono essere isolate termicamente.

Test di verifica

- Corrosione
- Tenuta
- Urti e uso improprio

ISO 14469-1 e Specifiche

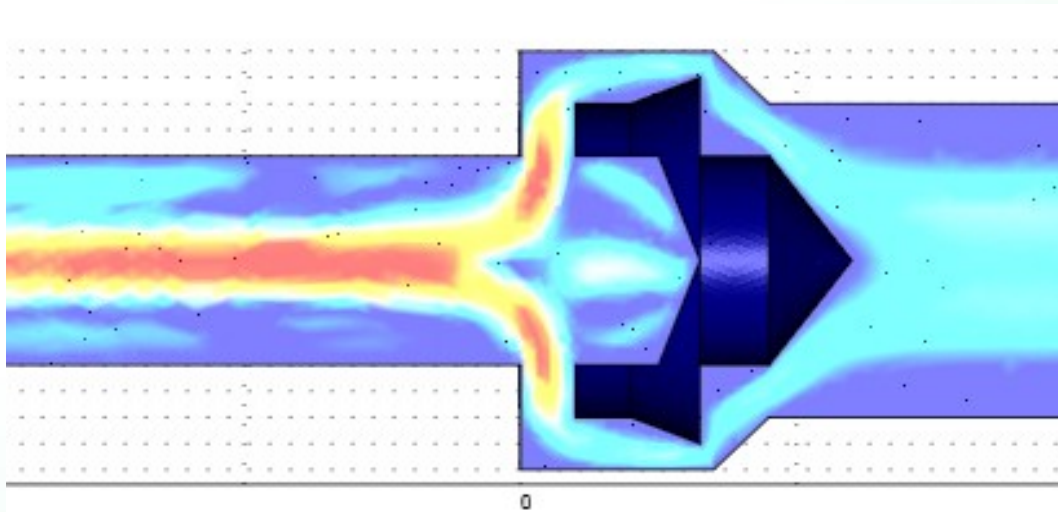
Lo camera tra la valvola di non ritorno del serbatoio e del manicotto deve sempre essere depressurizzata (ventilazione) prima della disconnessione.

- **Tipo 1** (self-service): per utilizzo su linee che rimangono pressurizzate a fine rifornimento. Il meccanismo di ventilazione è integrato nel manicotto, ovvero, con una singola operazione (leva o altro meccanismo), prima si ventila il gas intrappolato all'interno e poi si permette la disconnessione.
- **Tipo 2:** per utilizzo su linee che rimangono pressurizzate a fine rifornimento. Il meccanismo di ventilazione (valvola a 3-vie) è connesso all'esterno del manicotto e deve essere azionato prima del distacco.
- **Tipo 3:** per l'utilizzo su linee che vengono depressurizzate automaticamente (5 bar) alla fine del rifornimento.

Principali cause di disservizio

- Deterioramento degli O-ring; comporta fughe di gas leggere o di notevole entità.
- Separazione manicotto/connettore; porta a perdite di gas ad alta pressione.
- Accumulo di materiale estraneo all'interno della valvola; compromette l'efficacia delle tenute e determina perdite di gas continuative.
- Deterioramento delle guarnizioni dovuto a cicli di congelamento/scongelo.
- Abuso; ad esempio passaggio del veicolo sull'assieme che comporta rottura del sistema di aggancio o delle valvole, disallineamento, distorsione dei componenti, etc...

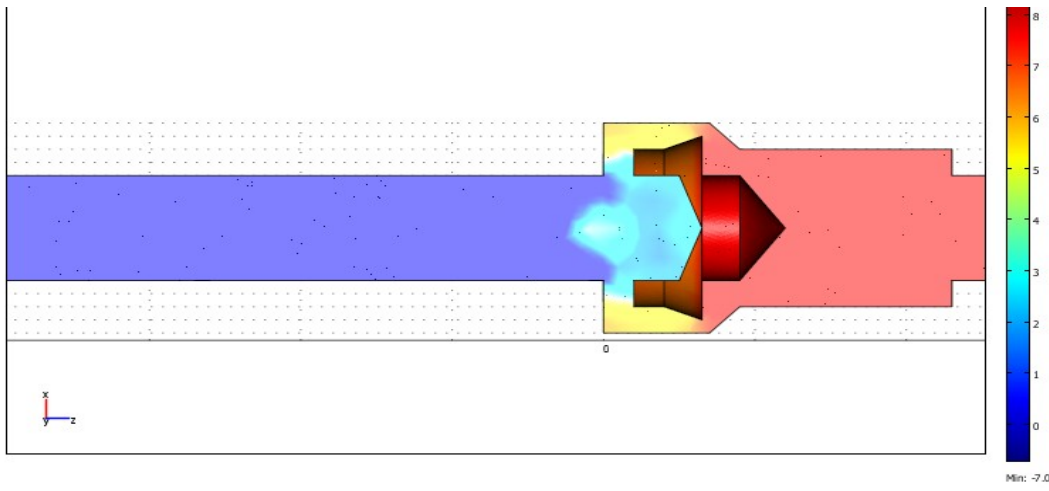
Campi di velocità e pressione



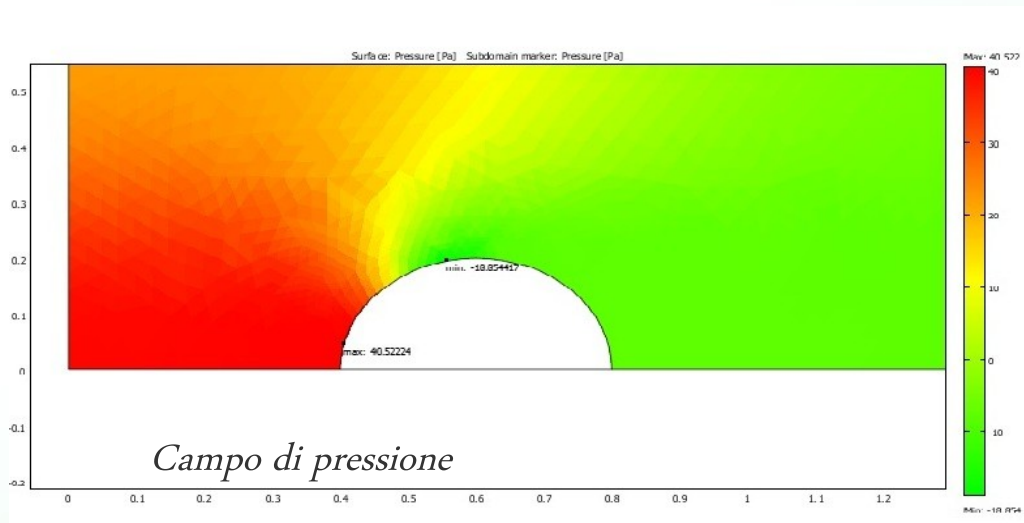
Simulazione CFD per ottimizzare la geometria interna:

- Minimizzare le sollecitazioni
- Ottimizzare il flusso

La principale difficoltà è risolvere le equazioni caratteristiche del gas in regime transonico (Onde d'urto, comprimibilità...)

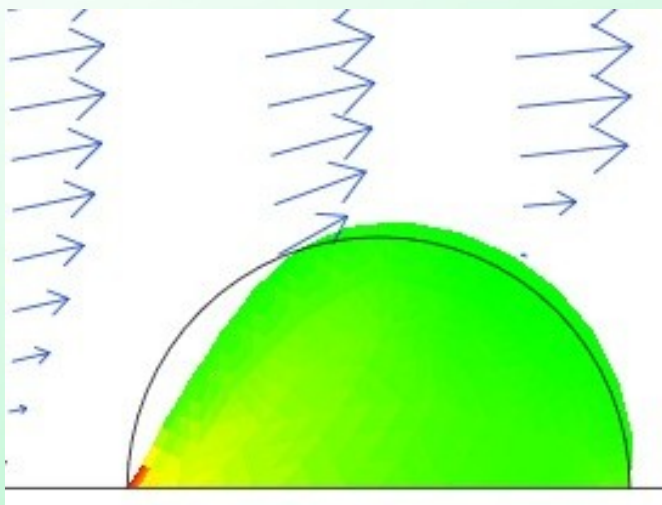


Interazione Fluido/Struttura



Comportamento delle guarnizioni in presenza di alti flussi o sotto pressione costante (verifica dinamica e di tenuta statica).

L'analisi fluidodinamica e quella della deformazione dei componenti interagiscono. Il fluido vede la deformazione della guarnizione e la sua dinamica viene costantemente ricalcolata in base alla nuova geometria. Difficoltà nel determinare il comportamento elastico degli O-ring

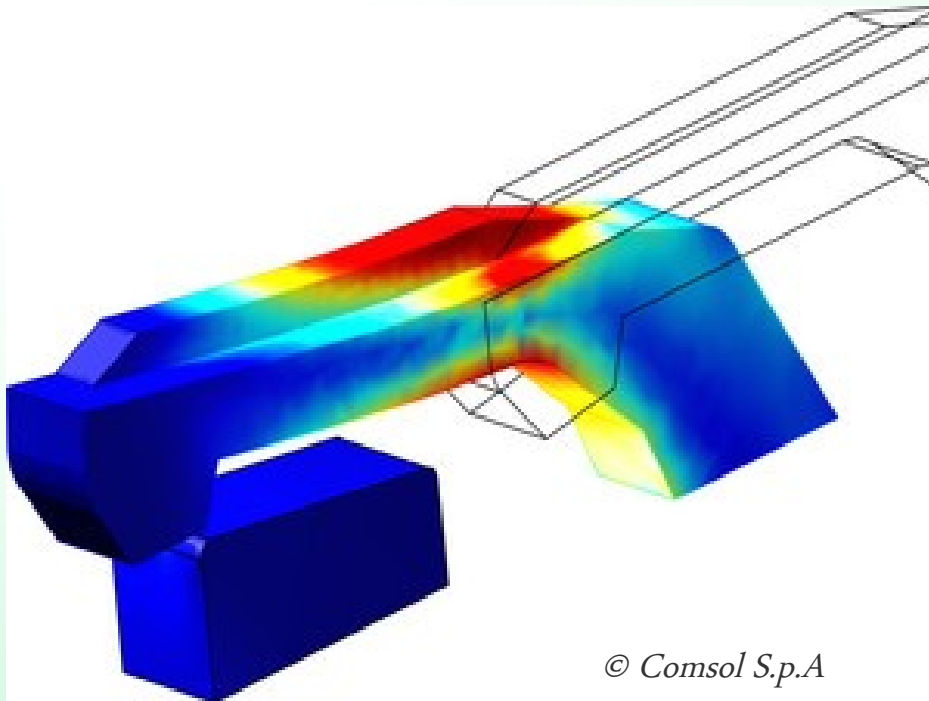


Campo di velocità e deformazione

Sforzi di contatto

Analisi del meccanismo di aggancio tra manicotto e presa di carica.

- Verifica degli sforzi sulle ganasce di connessione e sul connettore



Struttura Presentazione

Introduzione al tema della ricerca

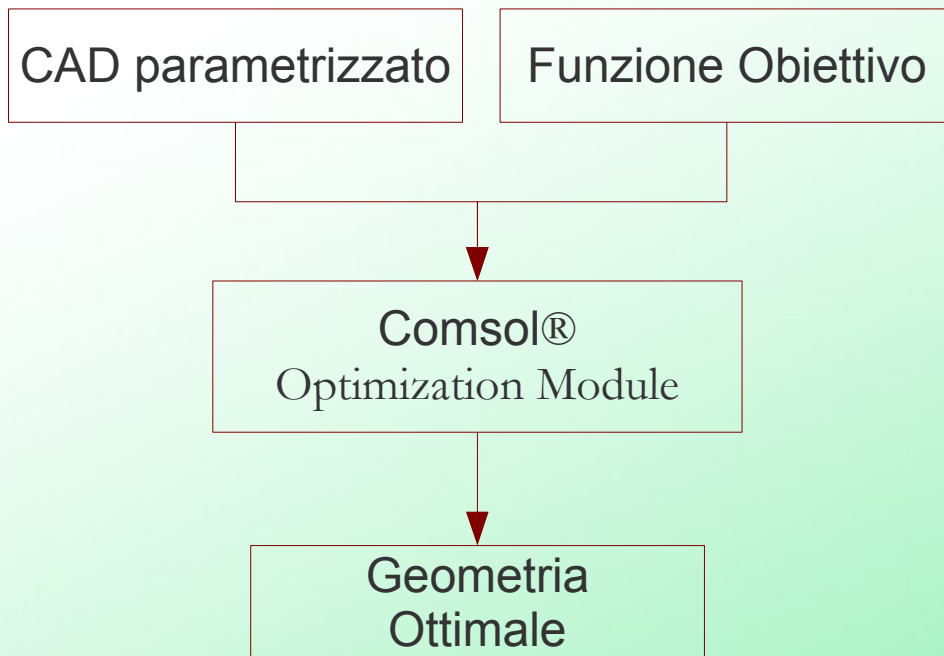
Attività principale

Sviluppi e approfondimenti

Attività collaterali e collaborazioni

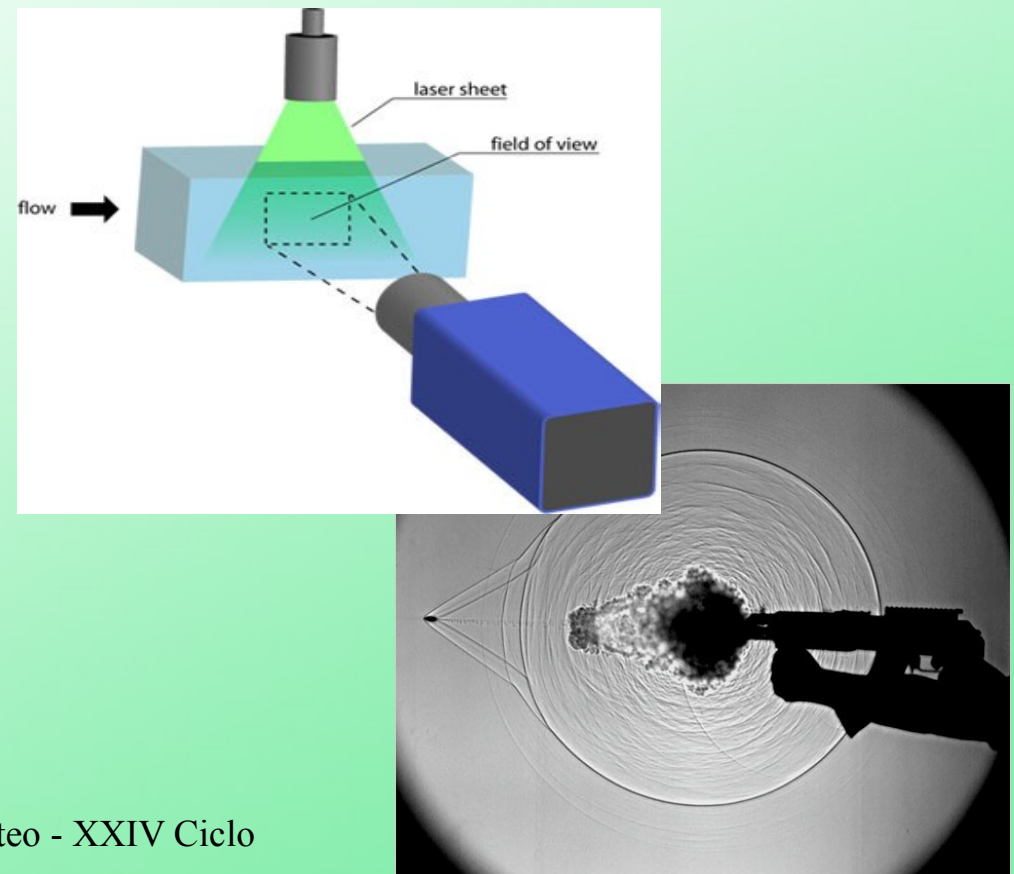
Sviluppi e approfondimenti

- Ottimizzazione geometria con Comsol®



- Visualizzazione Flusso all'interno del prototipo

P.I.V. Method, Schlieren Photography



Struttura Presentazione

Introduzione al tema della ricerca

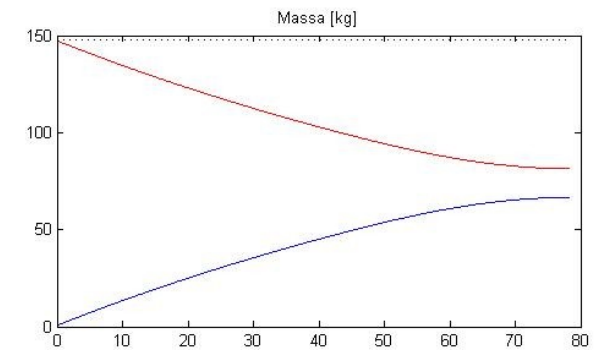
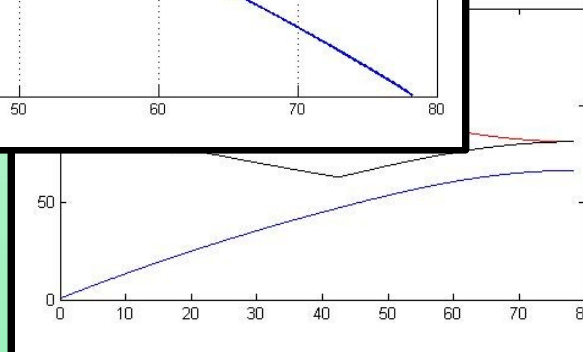
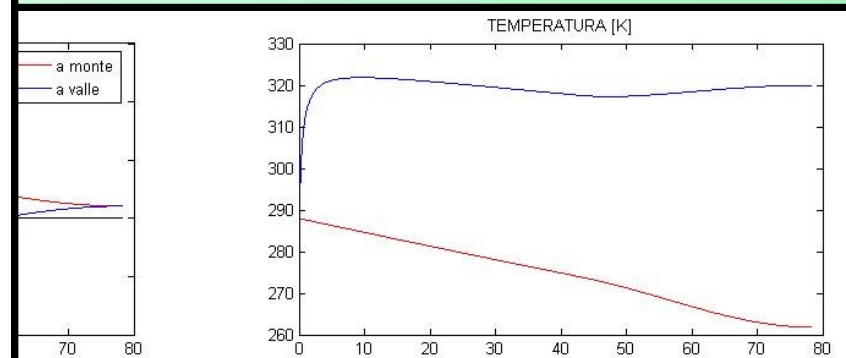
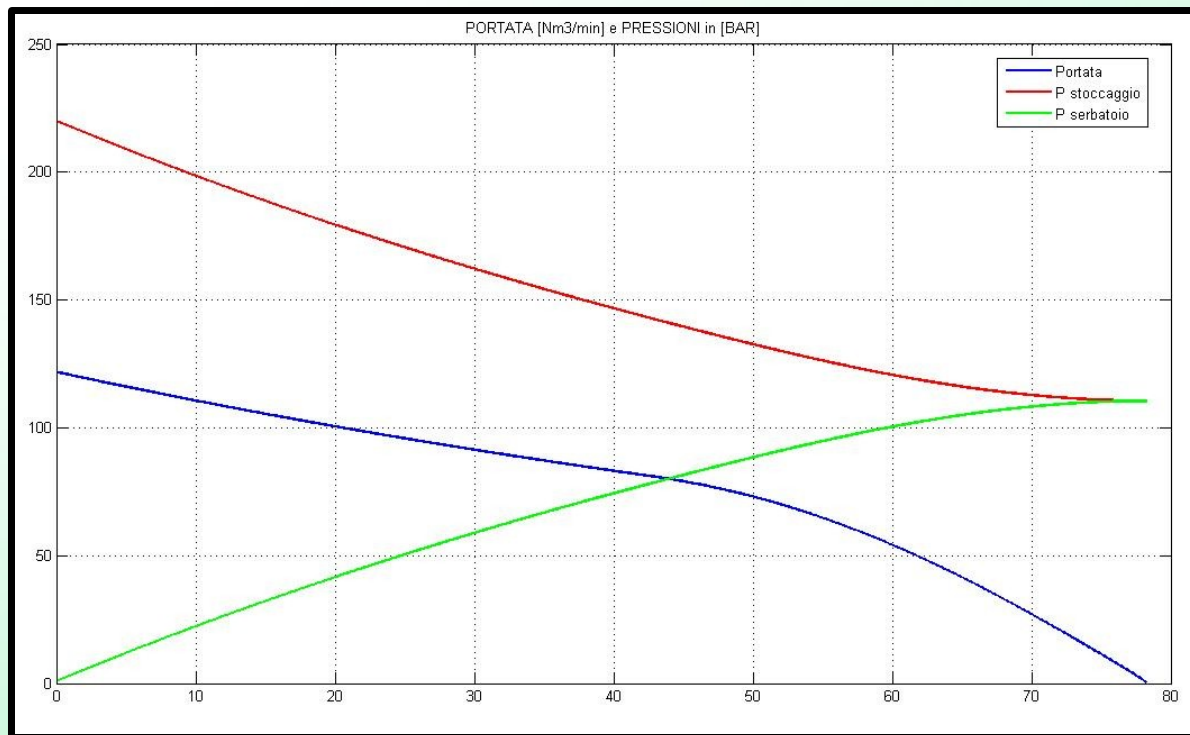
Attività principale

Sviluppi e approfondimenti

Attività collaterali e collaborazioni

Attività collaterali

In collaborazione con la ditta OMB Saleri S.p.a. di Brescia è in corso lo studio per la progettazione e la strumentazione di un impianto a circuito chiuso in grado di generare alti flussi di gas. Questo impianto dovrà essere in grado di testare diversi componenti e analizzarne le prestazioni. In particolare, è stato realizzato un codice di programmazione in grado di dimensionare i volumi dei serbatoi necessari alla generazione delle portate desiderate e prevedere le proprietà fisiche del gas (velocità di espansione, portata, pressione, temperatura...), al fine di valutare le metodologie più adatte alla misurazione delle prestazioni dei componenti.



Attività collaterali

- Misura prestazioni apertura elettro-valvole.
- Macchina Ciclica Carico Scarico 250 bar.
- Test sensore livello GPL ed elaborazione curva caratteristica misuratore.

Corsi e Convegni

- COMSOL Multiphysics Cad Import & Meshing Techniques, Brescia
- COMSOL Multiphysics Advanced Training Course, Brescia
- COMSOL Thermofluid Dynamics Training Course, Brescia
- COMSOL Structural Mechanics Training Course, Brescia
- Mechatronic based Rehabilitation at Home, Facoltà di Ingegneria, Brescia

Grazie

Franchini Matteo - XXIV Ciclo