

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

***Relazione per la prova finale  
«Impianti di servizio ad aria compressa:  
componenti e applicazioni industriali»***

Tutor universitario: Prof.ssa Calzavara Martina

Laureando: *Mantovani Martina*

*matricola 2000102*

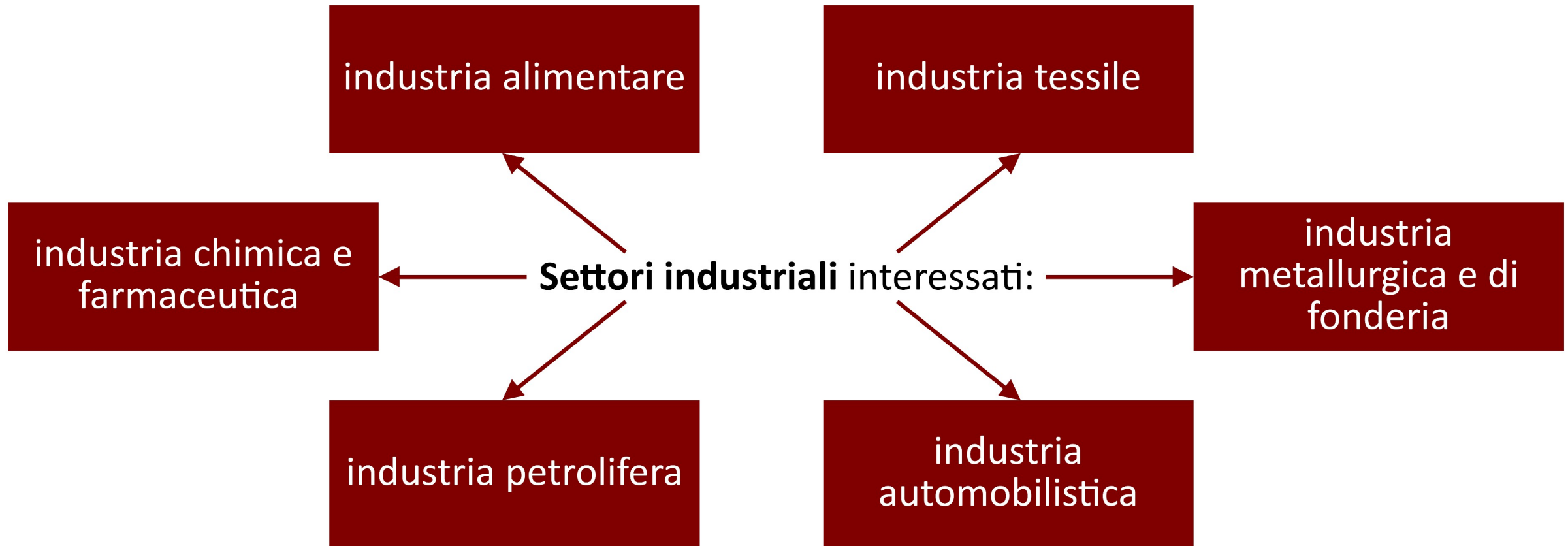
Padova, 19/09/2023

Lo scopo dell'elaborato è quello di presentare le **caratteristiche principali** degli impianti ad aria compressa.

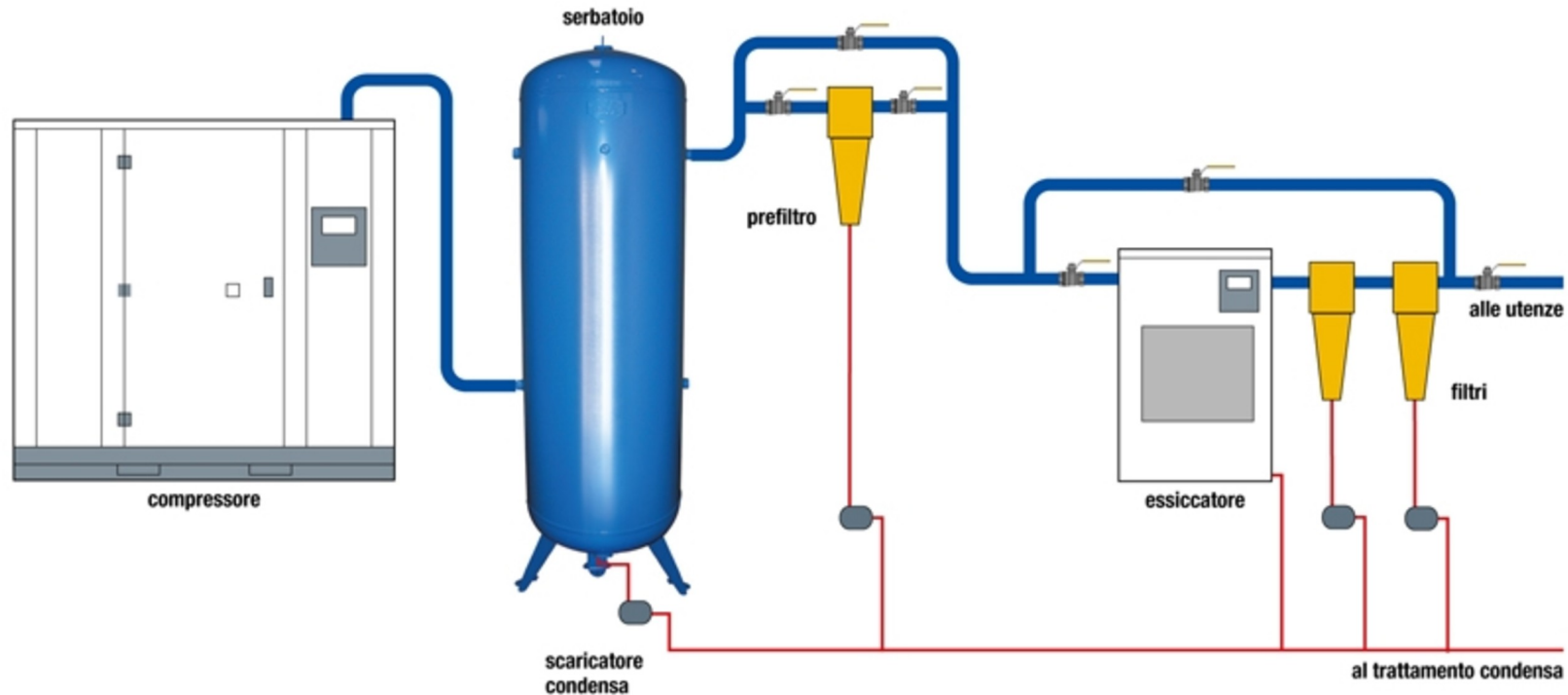
In particolare, la presentazione considera i seguenti aspetti:

1. **introduzione**
2. **elementi costitutivi** dell'impianto
3. progettazione e **dimensionamento** dell'impianto
4. requisiti di **purezza** dell'aria
5. casi di studio di **applicazioni industriali**

Per **impianti di servizio ad aria compressa** si intendono quei sistemi complementari di supporto per gli impianti tecnologici volti alla produzione e alla distribuzione di aria a pressioni elevate, tipicamente fino a 7 o 8 bar.



### Componenti principali di un impianto ad aria compressa:

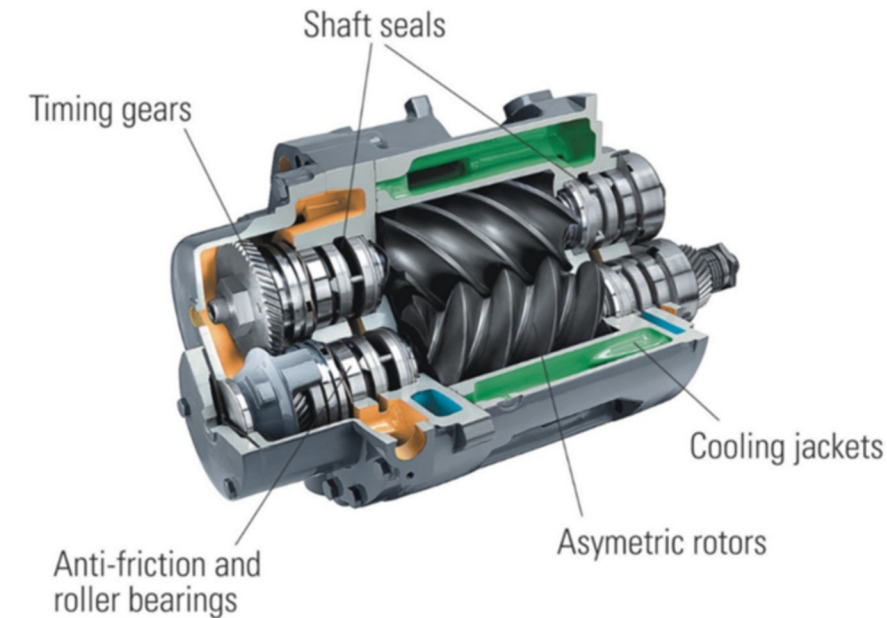
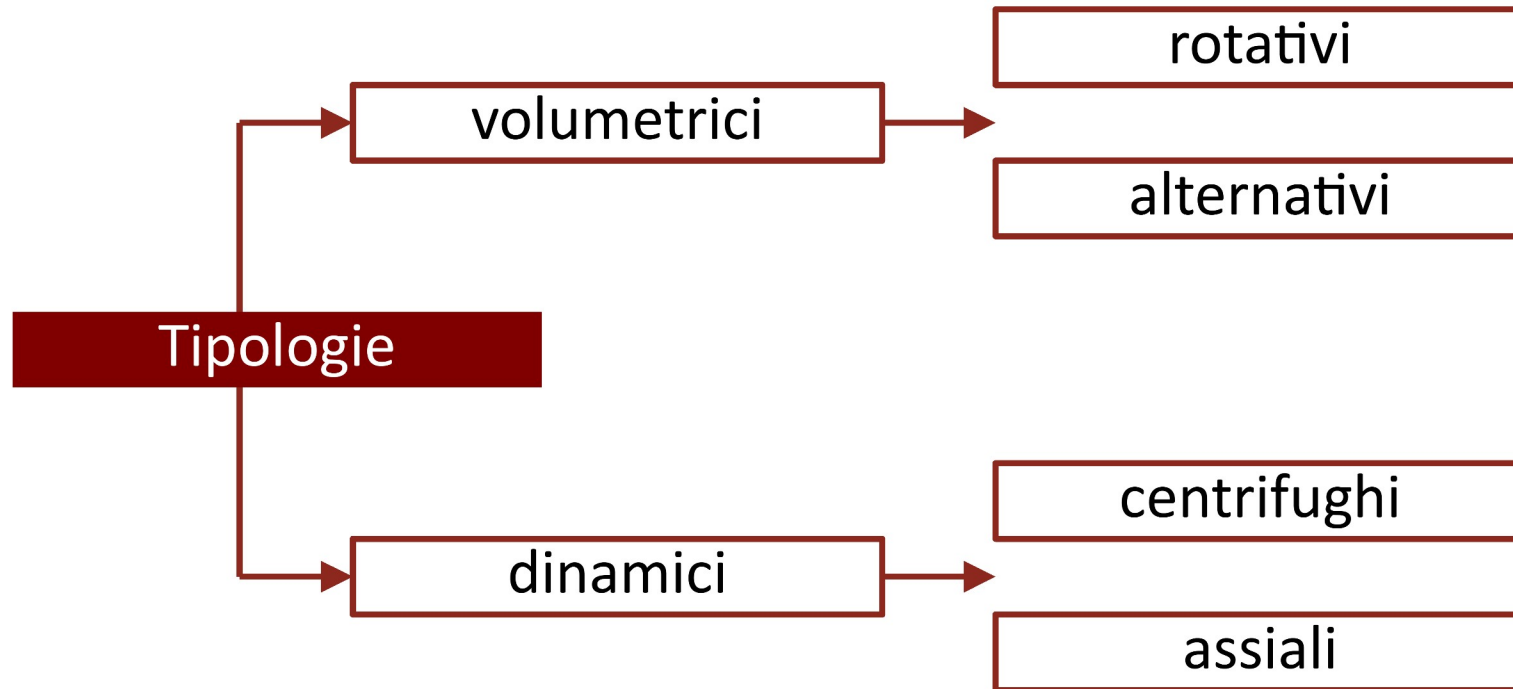


- centrale di compressione
- sistema di essiccazione
- filtri

- serbatoi
- rete di distribuzione

I compressori sono **macchine operatrici**: sono utilizzate per incrementare l'energia del fluido a spese di un lavoro che deve essere fornito dall'esterno.

dii.unipd.it



I **parametri** principali da considerare nella scelta del compressore sono:

- rapporto di compressione
- portata d'aria nominale
- potenza all'albero
- pressione richiesta dalle utenze (tipicamente tra i 7 e gli 8 bar)

I serbatoi possono essere considerati come dei **magazzini temporanei** per l'immagazzinamento dell'aria compressa.

Le **funzioni principali** dei serbatoi sono le seguenti:

- ridurre al minimo le fluttuazioni di pressione
- coprire i picchi di fabbisogno d'aria
- raccogliere la condensa
- ridurre i consumi energetici

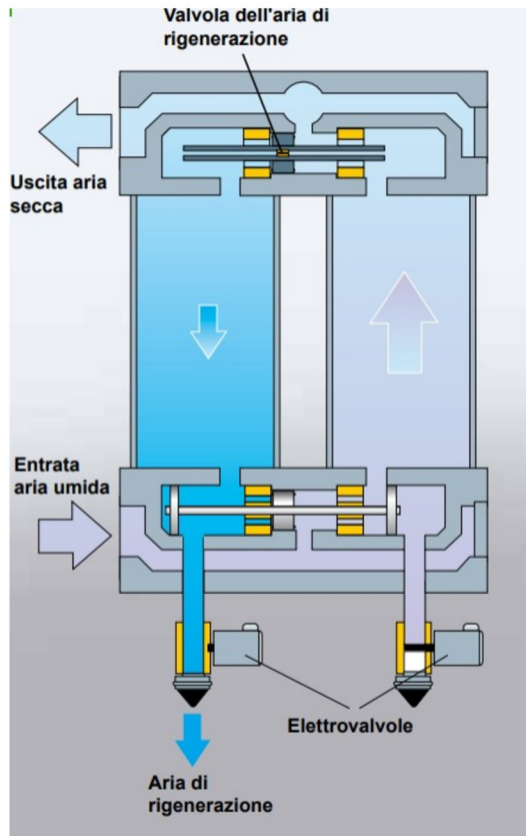
Per un corretto **dimensionamento** del serbatoio, è necessario considerare:

- portata del compressore
- sistema di regolazione del compressore
- aspetti legati alla sicurezza

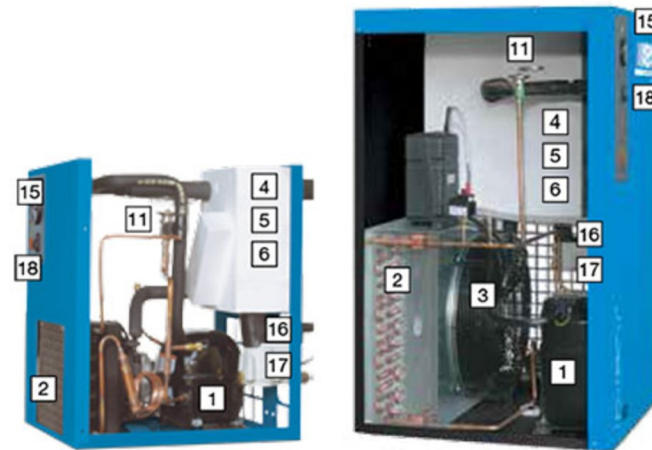
In particolare, se nell'impianto sono presenti più compressori, il serbatoio va dimensionato in relazione a quello di taglia maggiore.



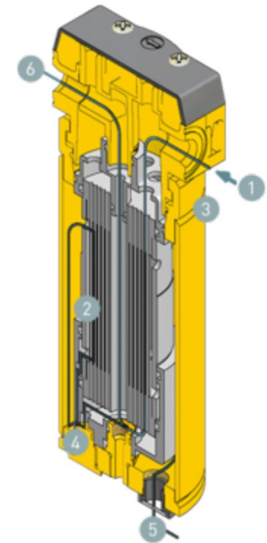
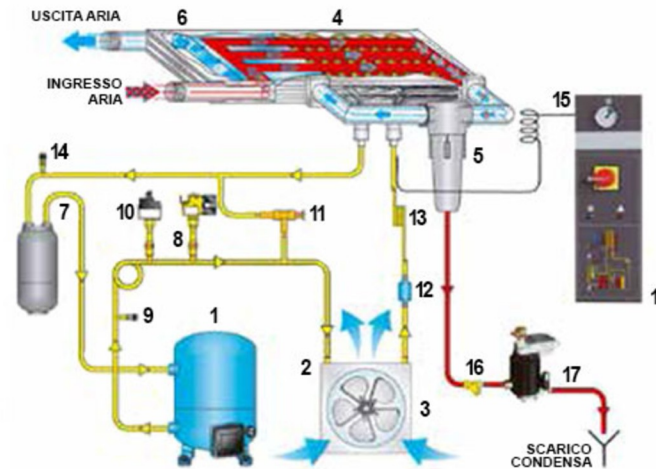
Gli essiccatori hanno lo scopo di **abbattere la percentuale di vapor d'acqua** presente nell'aria compressa e di ottenere quindi una maggiore purezza in relazione ai requisiti delle utenze finali.



a.



b.



c.

Diverse tipologie di essiccatori: ad adsorbimento a freddo (a.), a refrigerazione (b.), a membrana (c.).

Per soddisfare i requisiti di **purezza** dell'aria è necessario installare dei filtri a monte e a valle dell'essiccatore. A seconda della dimensione delle particelle che intendono bloccare e della funzione specifica, esistono diverse **categorie** di filtri:

a fibre

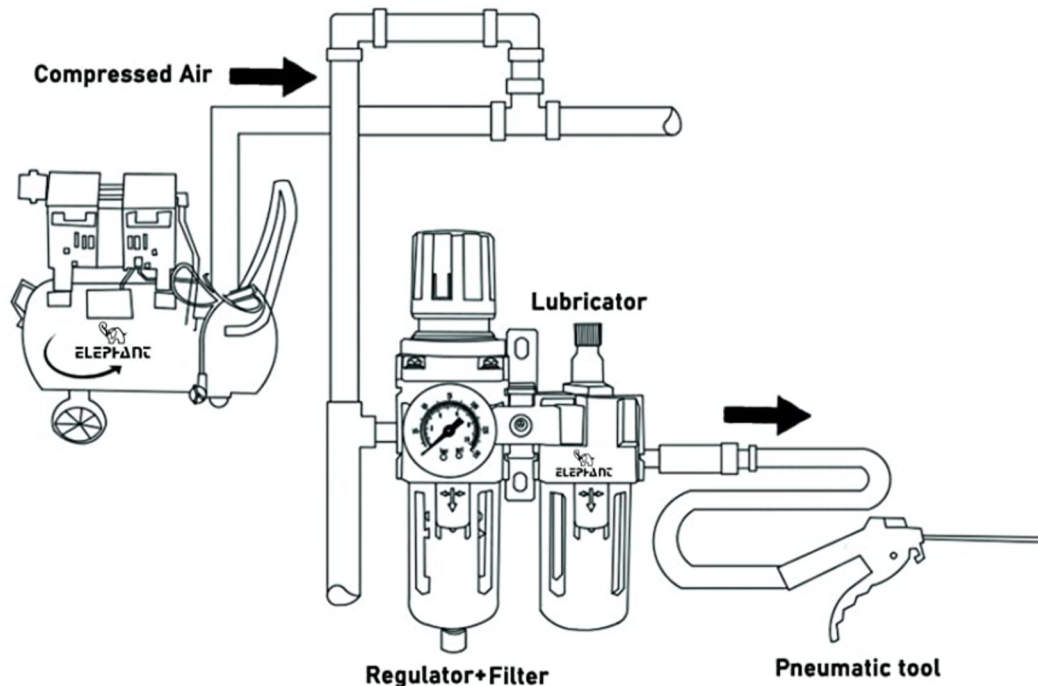
particelle solide

a carboni attivi

particelle aeriformi

a coalescenza

impurità liquide



I filtri possono essere inclusi in un **gruppo FRL**.  
Queste unità combinano tre funzioni principali:

- filtrazione
- regolazione
- lubrificazione

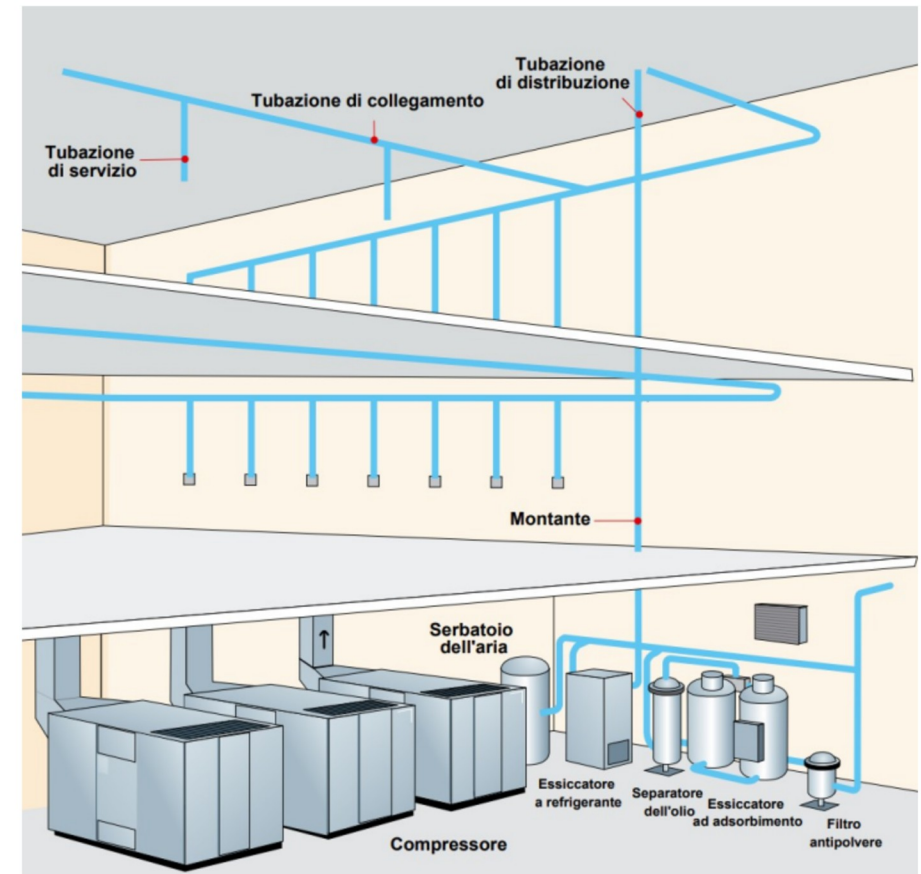
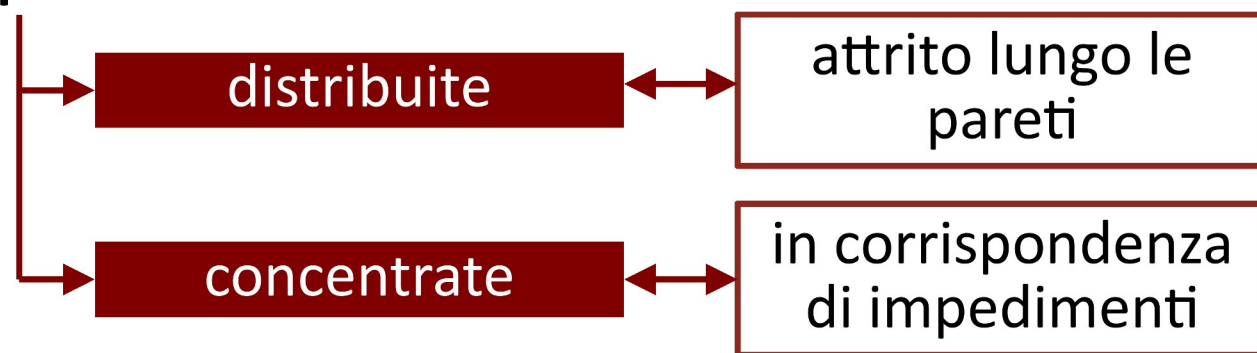


La rete di distribuzione di un impianto ad aria compressa è costituita dalle **tubazioni** che collegano il locale compressori alle utenze finali. Gli **elementi principali** che costituiscono la rete sono:

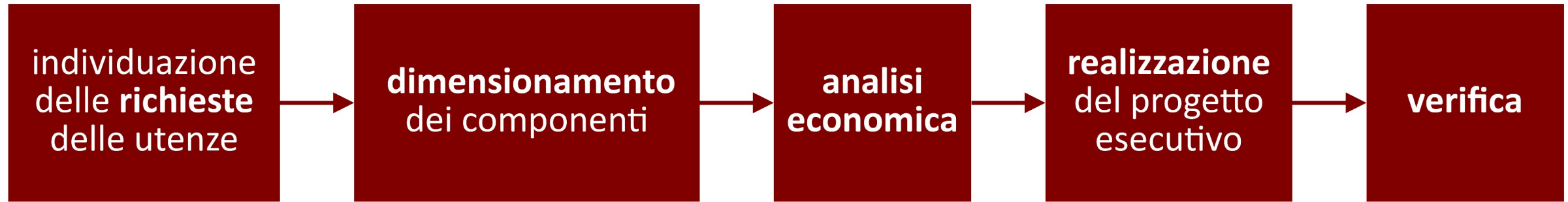
- montanti
- tubazioni di distribuzione
- raccordi
- tubazioni di servizio

Aspetti da considerare nel dimensionamento:

- **pendenza** tra lo 0,2 e lo 0,5% nella direzione del moto dell'aria compressa
- **perdite di carico:**



**Fasi di progettazione di un impianto ad aria compressa:**



**Aspetti fondamentali** di cui è necessario tener conto durante il dimensionamento:

- fabbisogno di aria
- pressione di esercizio
- condizioni ambientali
- recupero energetico
- centralizzazione dell'impianto

**Procedura** per il dimensionamento dell'impianto:

- I. calcolo del **fabbisogno totale** di aria compressa
- II. calcolo dei **diametri** delle tubazioni, unificati secondo la norma UNI EN10216-1:2014
- III. Stima delle **perdite distribuite e localizzate**
- IV. individuazione dell'**utenza sfavorita**
- V. scelta del **compressore**
- VI. dimensionamento del **serbatoio** e dell'**essiccatore**

La norma **ISO 8573-1:2010** impone che per poter essere utilizzata in un processo produttivo l'aria debba presentare caratteristiche adeguate in termini di **umidità, purezza e pressione**.

classi di purezza	particelle solide			olio	
	numero massimo di particelle per m <sup>3</sup>			concentrazione [mg/m <sup>3</sup> ]	concentrazione [mg/m <sup>3</sup> ]
	0,1 ≤ d* ≤ 0,5 μm	0,5 ≤ d* ≤ 1 μm	1 ≤ d* ≤ 5 μm		
0	più restrittiva e definita dal fornitore				
1	≤ 20.000	≤ 400	≤ 10	-	0,01
2	≤ 40.000	≤ 6.000	≤ 100	-	0,1
3	-	≤ 90.000	≤ 1.000	-	1
4	-	-	≤ 10.000	-	5
5	-	-	≤ 100.000	-	-
6	-	-	-	≤ 5	-
7	-	-	-	5-10	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
X	-	-	-	> 10	> 10

\*d=diametro della particella

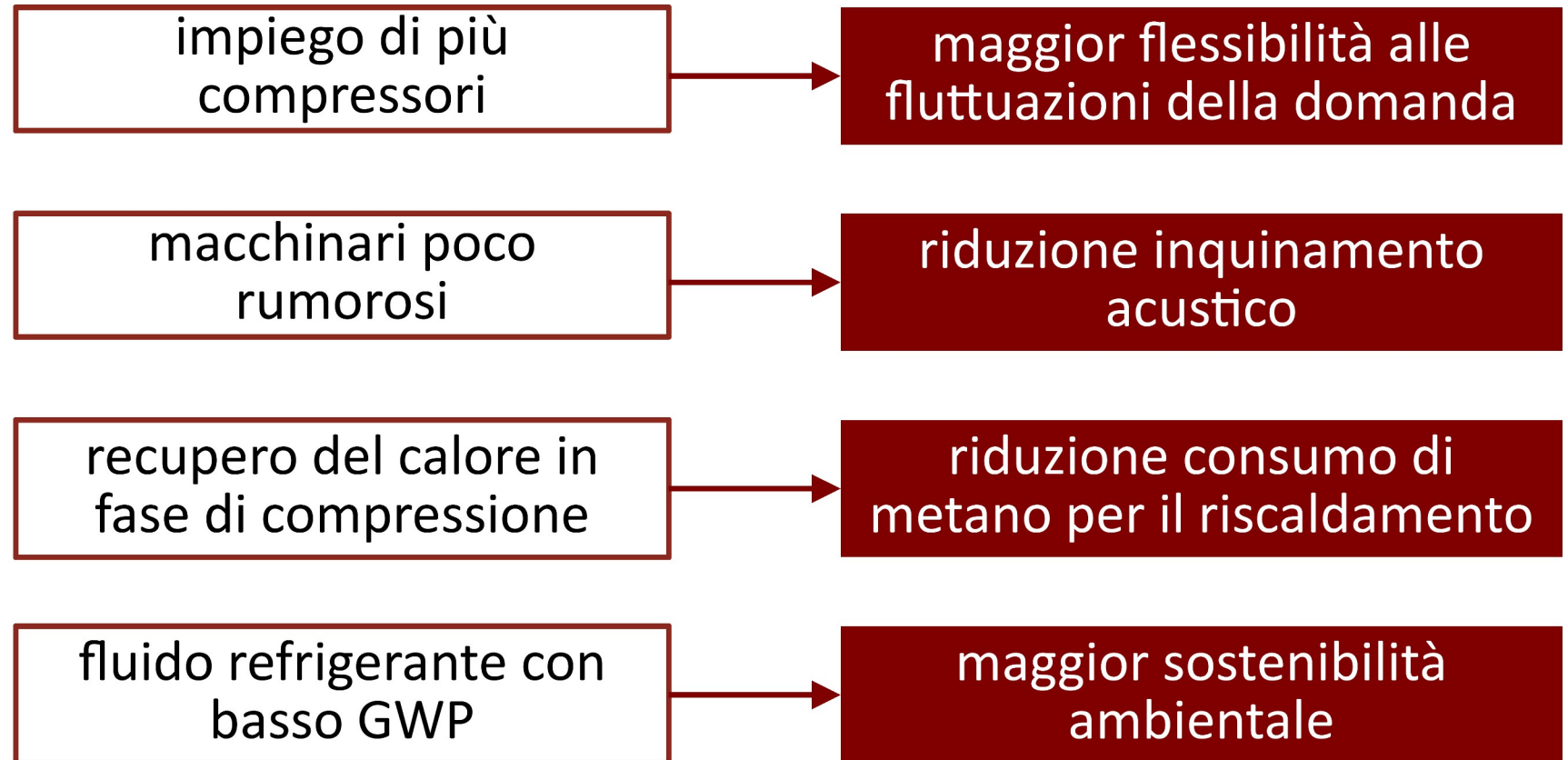
Nella tabella sono riportati i valori ammissibili di impurità solide e di olio nell'aria a seconda della classe di purezza richiesta.

Fonte: norma ISO 8573-1:2010

**Tipologia intervento:** rinnovamento impianto aria compressa

**Scopo:** ottimizzazione energetica dell'impianto

**Risultati:**



Fonte: articolo pubblicato sul sito web dell'azienda *Kaeser Kompressoren*  
<https://blog.kaeser4you.it/kaeser-efficienza-revamping-ottimizzazione-settore-tessile>

**Tipologia intervento:** rinnovamento impianto aria compressa

**Scopo:** ottimizzazione energetica dell'impianto e miglioramento purezza dell'aria

**Problemi:**

Elevati consumi energetici del locale compressori (34% del totale)

Elevato fabbisogno annuale di aria compressa (più di 10 milioni di metri cubi) e fluttuazione della domanda

**Soluzioni:**

centralizzazione della sala compressori

impiego di compressori di diverse taglie

risparmio energetico

**Risultati:**

-20% sui consumi della sala compressori

-7% sui consumi totali di produzione

Fonte: articolo pubblicato sul sito web dell'azienda *Kaeser Kompressoren*  
<https://blog.kaeser4you.it/impianti-daria-compressa-di-qualit%C3%A0-20-di-risparmio-per-kerakoll>

Punti di forza e di debolezza dell'utilizzo dell'aria compressa in ambito industriale:

### Punti di forza:

- flessibilità
- molteplicità di applicazioni
- aumento della produttività
- costi di manutenzione non elevati

### Punti di debolezza:

- elevati costi di produzione (consumo di energia elettrica)
- impatto ambientale (fluido refrigerante)

I casi studio in esame evidenziano inoltre quanto segue:

### obiettivi

layout ottimale  
dell'impianto

attenzione verso  
l'efficienza

riprogettazione

### risultati

risparmio energetico

maggior sostenibilità ambientale

maggior efficacia nel monitoraggio