

SAVE

HOME
AND
BUILDING

mcm

ACQUARIN
V.P.C.

Veronafiere

17-18 ottobre 2018

mct
Petrolchimico

Vi aspettiamo a
mcT Petrolchimico
Milano, 29 novembre 2018

MCM Verona 2018
October 18, 2018

STUDIO E ANALISI DELLE VIBRAZIONI DEI COMPRESSORI ALTERNATIVI PER MANTENERNE L'INTEGRITÀ

Cosimo Carcasci, *Consultative Service Leader* - CST, Florence - Italy

Presentatore: ***Cosimo Carcasci***

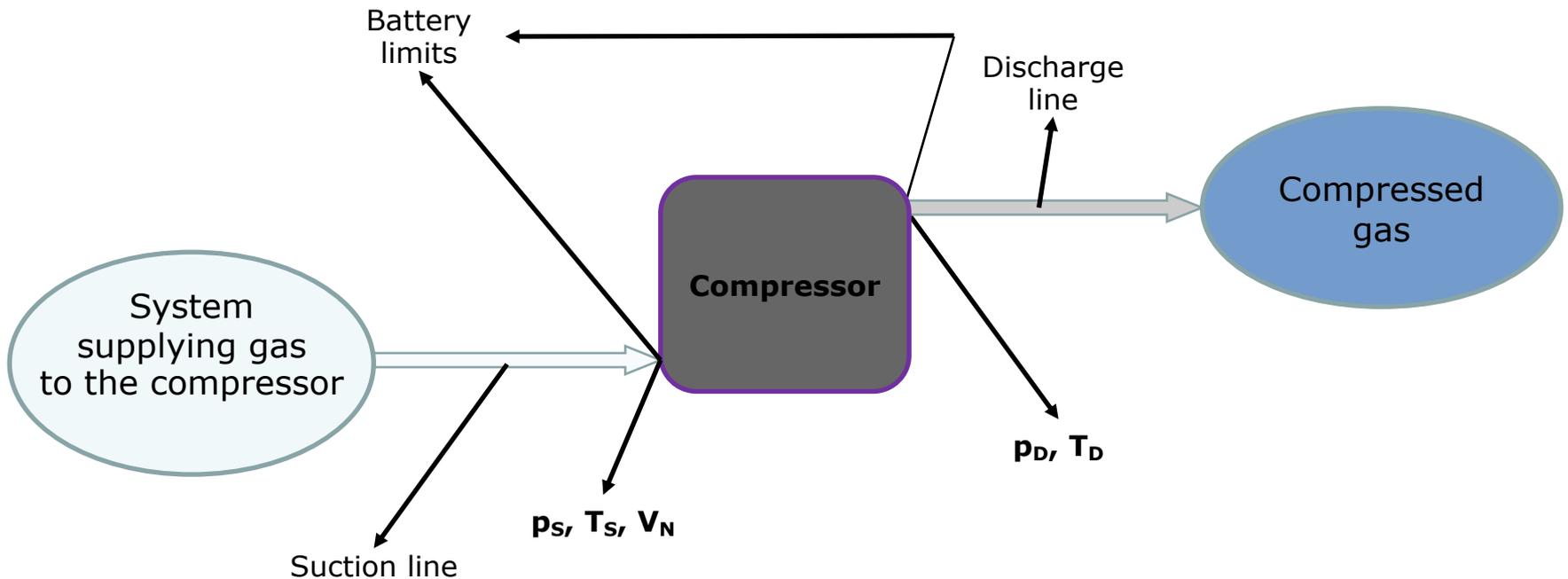


- ✓ 2005 Graduate in Mechanical engineering at the *University of Florence, Italy*
- ✓ 2005 Design Engineer at *Compression Service Technology – CST*
- ✓ 2010 Rotating Equipment Engineer at *Compression Service Technology – CST*
- ✓ 2013 Consultative Service Leader at *Compression Service Technology – CST*
- ✓ Presented other Technical Papers at Congresses on Rotating Equipment

Overview

1. Breve introduzione ai **compressori alternativi**
2. Principali problematiche relative a **pulsazioni e vibrazioni**
3. **Problematica** affrontata su un compressore di un impianto LDPE
4. **Modifiche** introdotte
5. **Conclusioni** e lesson learned

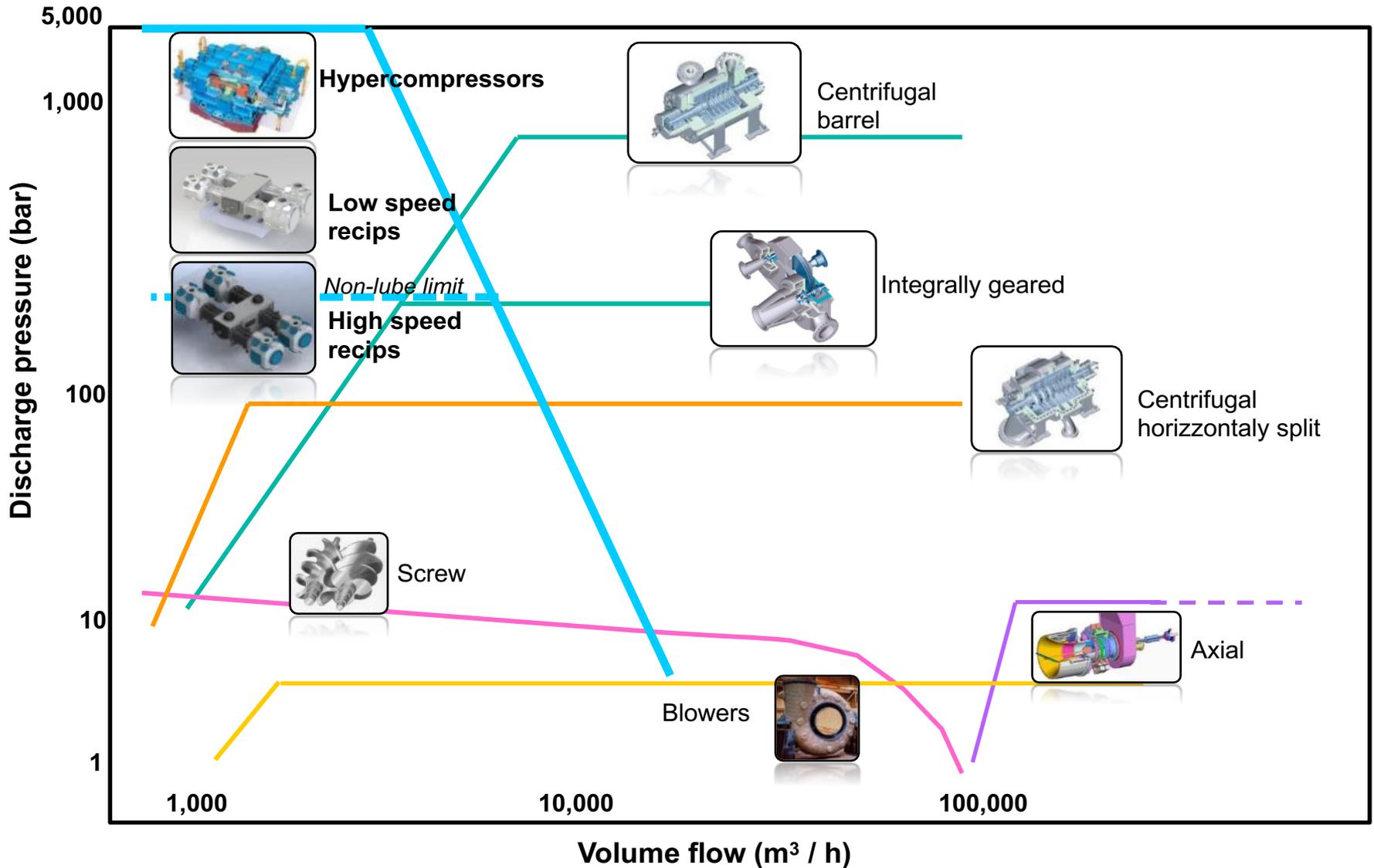
Principio base del compressore



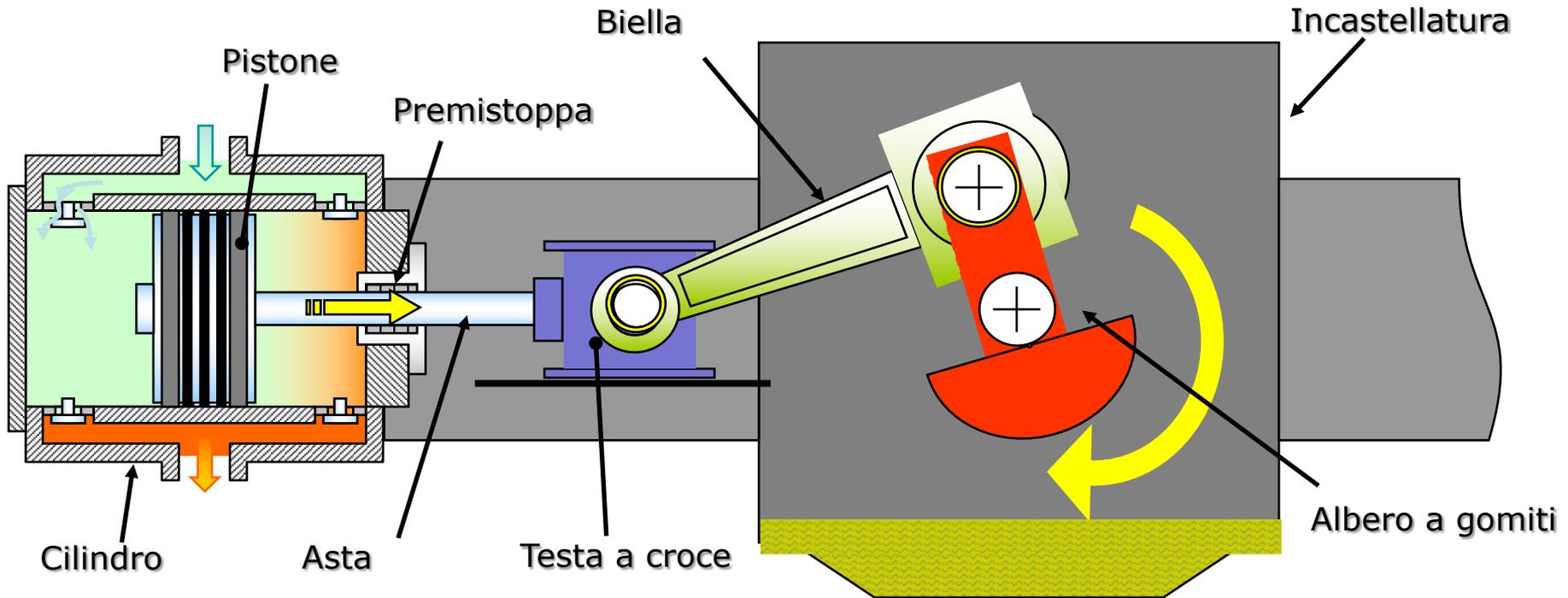
Scopo del
compressore

Per aumentare l'energia (pressione) del gas elaborato

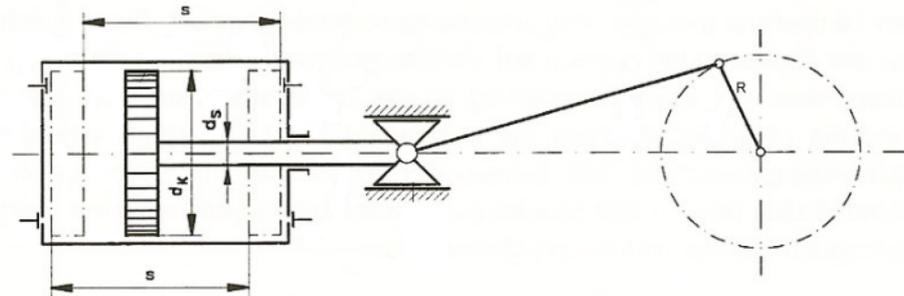
Principali tipologie di compressore



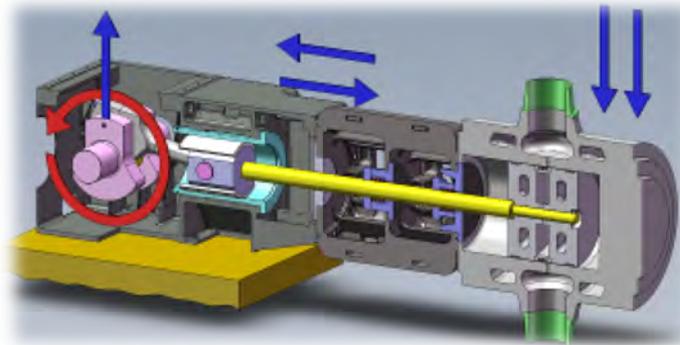
Il compressore alternativo



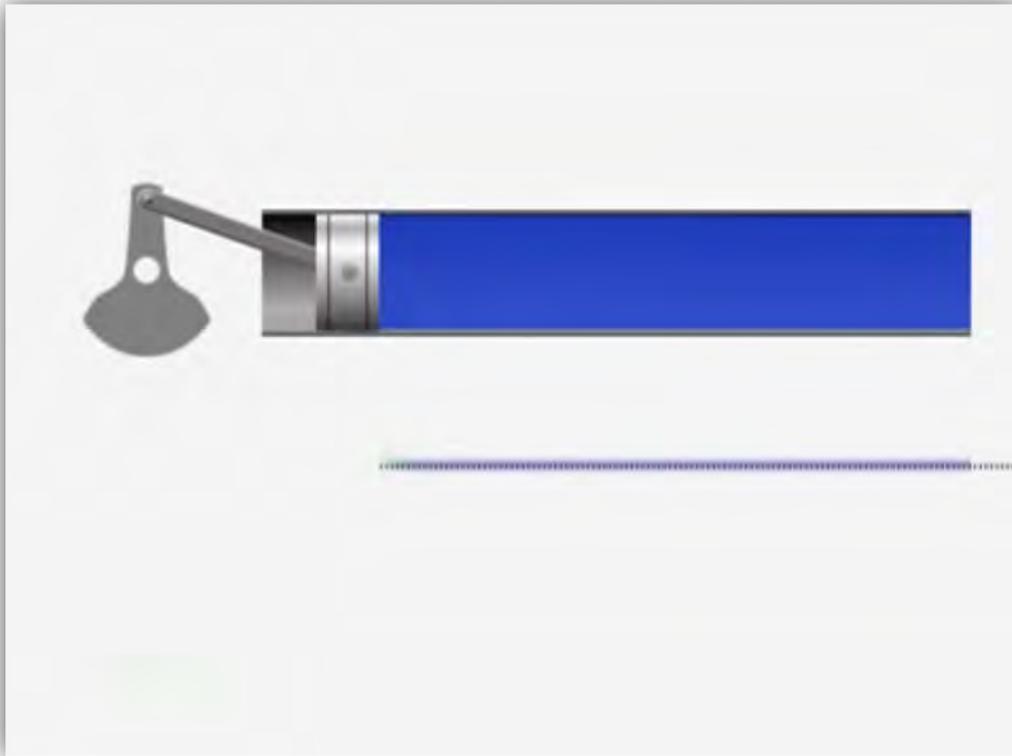
R = raggio di manovella
 S = corsa = $2 \times R$
 d_k = diametro pistone
 d_s = diametro asta



Compressori alternativi convenzionali

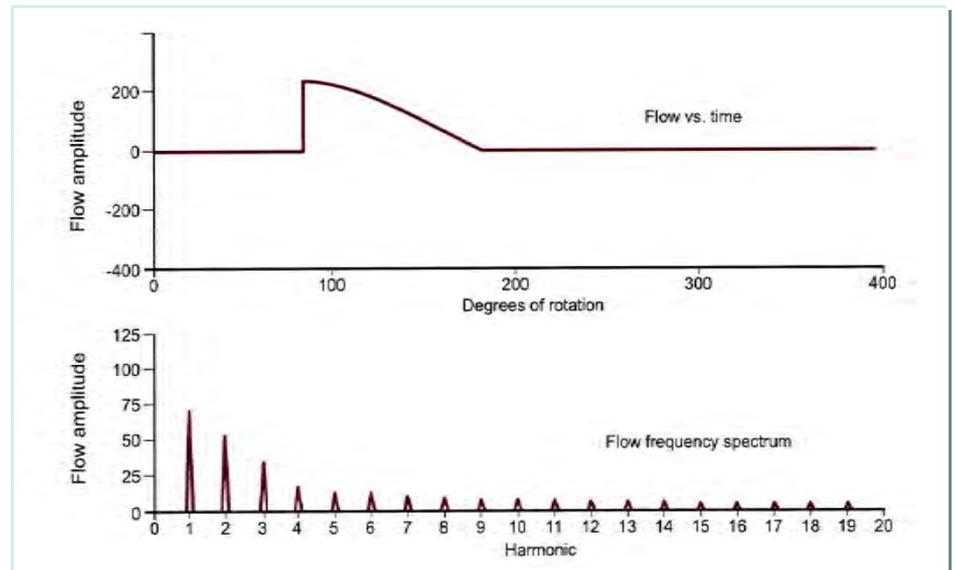
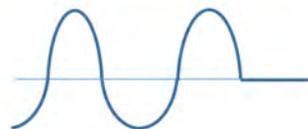
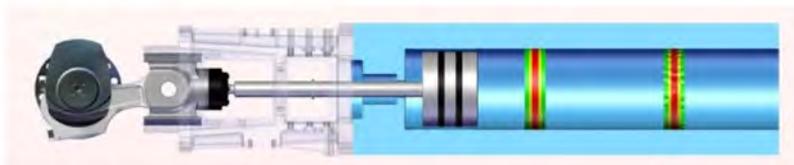
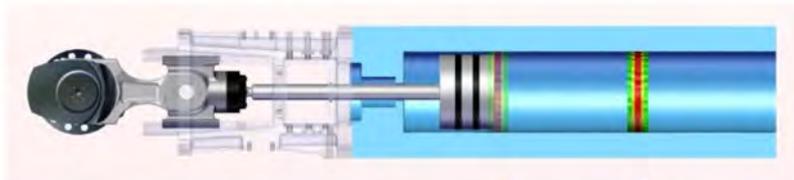
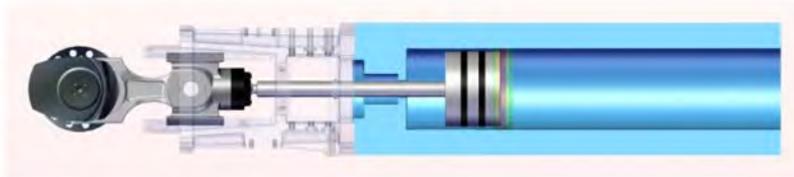


Pulsazioni e vibrazioni



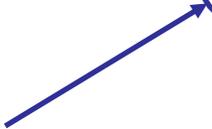
- Il pistone si muove creando modulazioni di pressione e flusso (onde acustiche) che si propagano nel gas di processo, mentre questo scorre nel sistema di tubi.
- L'impulso di pressione che viaggia nei tubi genera aree con pressione più elevata e pressione più bassa rispetto al valore medio.

La trasformazione dell'onda di pulsazione dal dominio del tempo al dominio delle frequenze (trasf. di Fourier) consente un'analisi accurata della fonte di tale pulsazione.



Parametri che influenzano le pulsazioni

Sistemi di riduzione pulsazioni

$$\frac{\Delta P}{P} \propto \frac{K D f r}{S a}$$


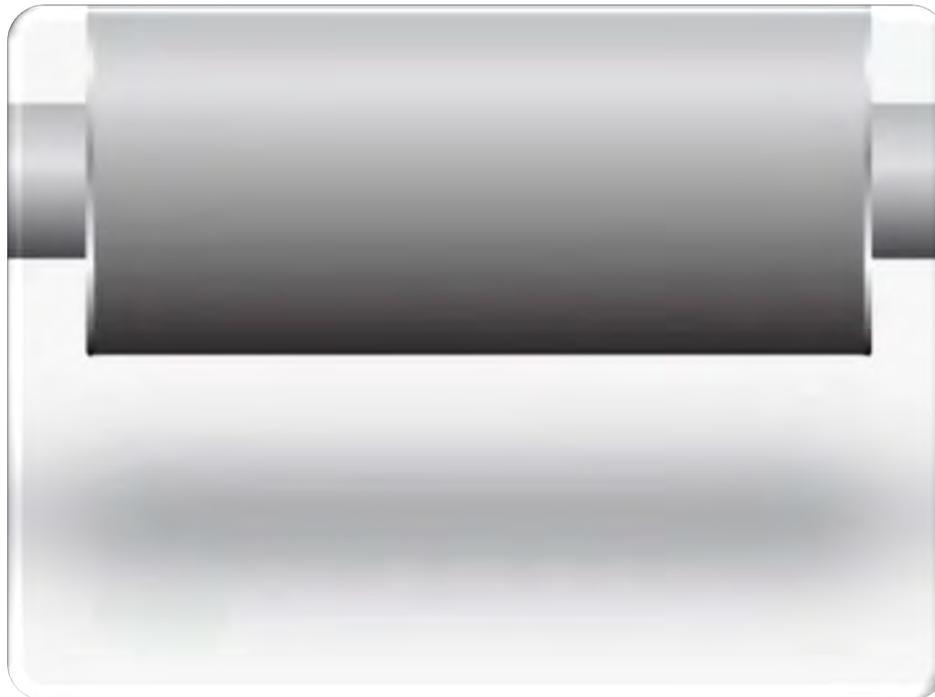
ΔP = pressure pulsation
 P = static pressure
 K = ratio of specific heat
 D = piston bore
 r = crank radius
 a = speed of sound
 S = pipe section



Risonanza acustica

Quando una frequenza eccitante coincide con una delle frequenze acustiche naturali del sistema di tubazioni, può sorgere un'onda stazionaria e, di conseguenza, una "risonanza acustica".

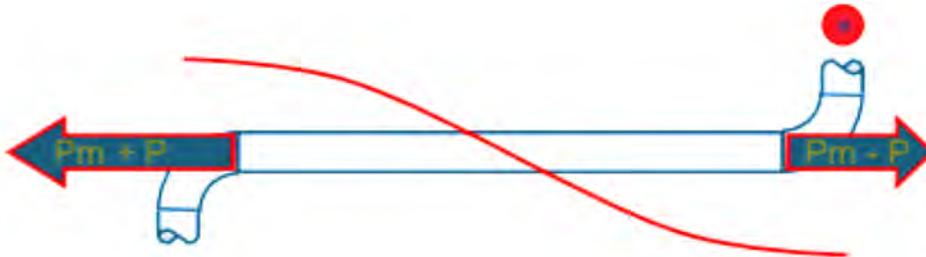
In assenza di smorzamento, l'ampiezza dell'onda stazionaria risonante tende all'infinito.



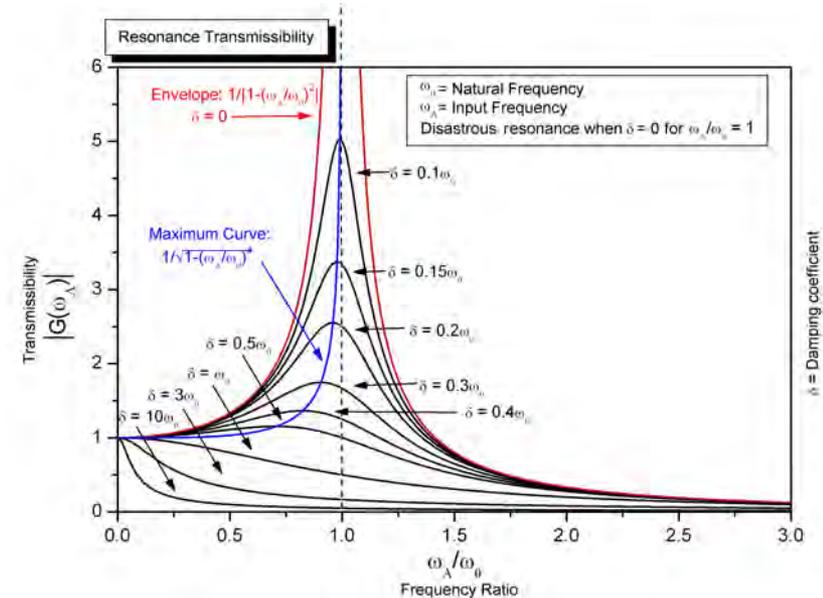
Risposta meccanica e risonanza

La pulsazione generano vibrazioni meccaniche nel sistema di tubazioni se ci sono discontinuità geometriche che costituiscono punti di accoppiamento acustico-meccanico in cui si creano forze dinamiche :

- Curve
- Riduzioni e allargamento
- Giunzioni
- Tratti ciechi

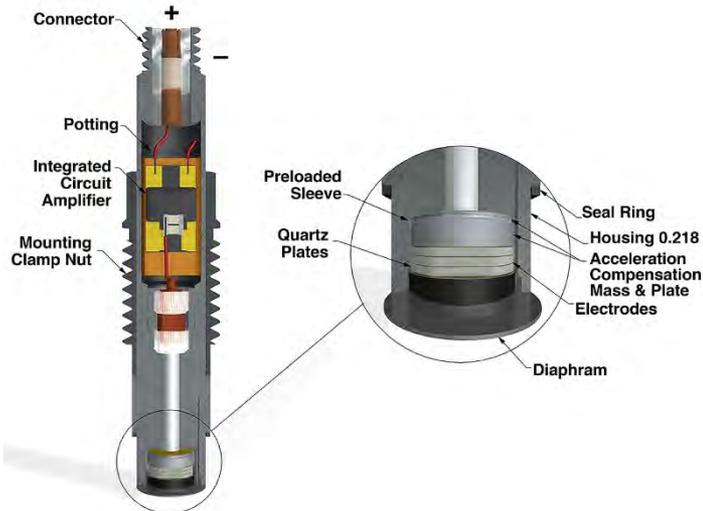


Il Sistema di tubazioni risponde in base ai suoi coefficienti di trasmissione

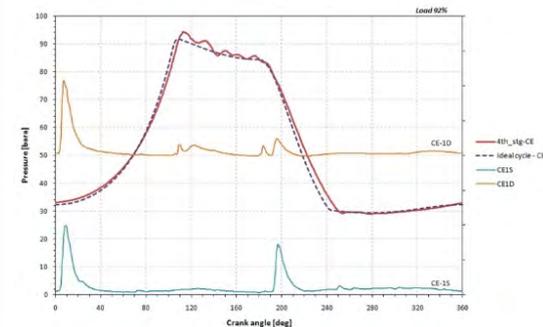


Misura delle pulsazioni

- La pulsazione è una variazione della pressione dinamica intorno alla pressione statica
- La pulsazione si verifica molto rapidamente
- Un trasduttore di pressione statico ha un tempo di risposta troppo basso
- Sono necessari trasduttori di pressione dinamici e sistemi di acquisizione veloci per rilevare le pulsazioni di pressione e interpretarne il segnale



Es: compressore a 600 rpm => 10 cicli al secondo => pulsazione principale 10 Hz

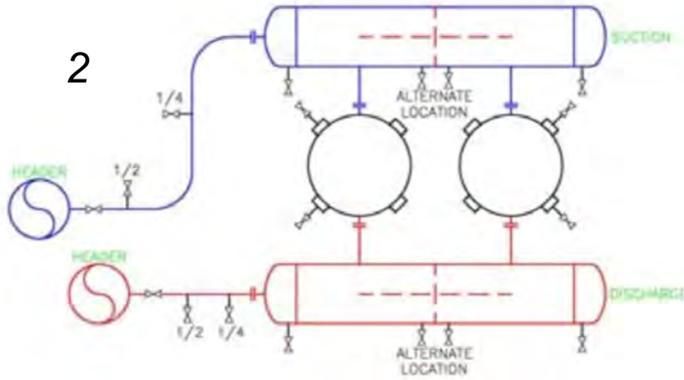


- 1. Strumentazione necessaria**
- 2. Ricerca dei punti di misura**
- 3. Analisi dei dati**

1

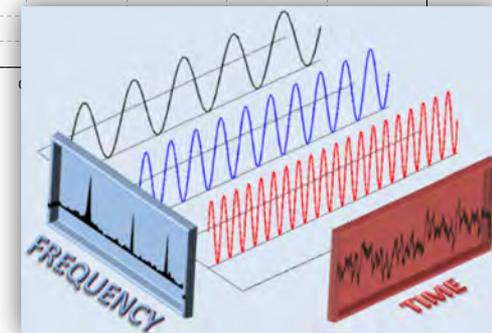
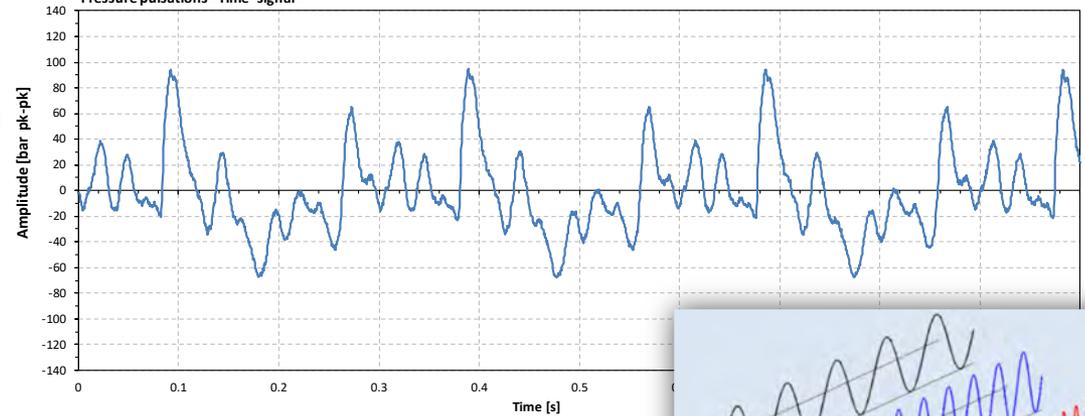


2

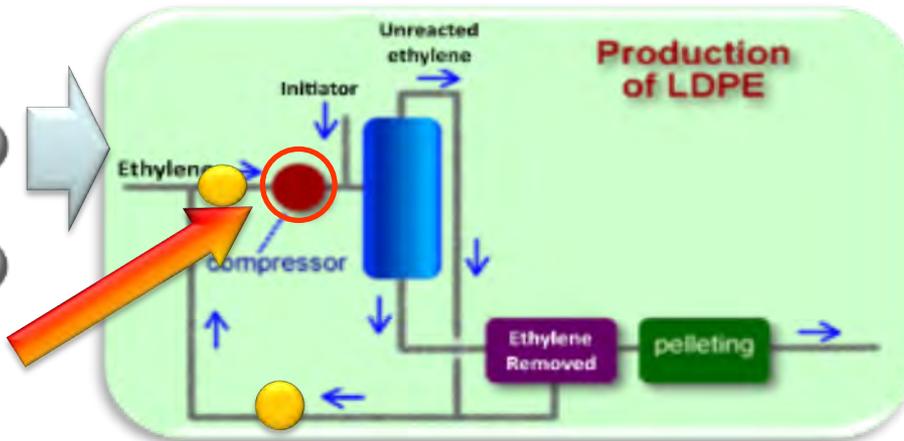
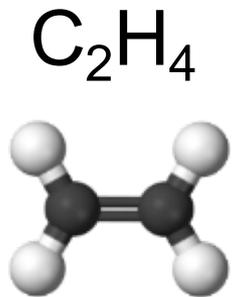
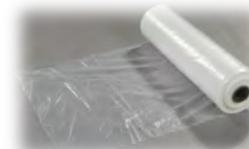


3

Compressor C202B - Point P01_0° - Ethylene 100%
Pressurepulsations - Time signal

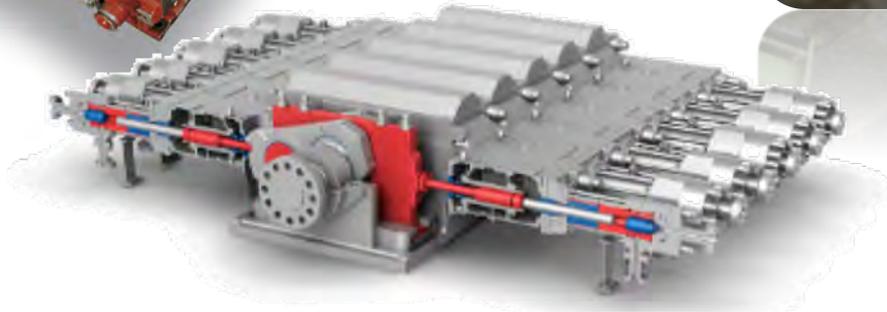
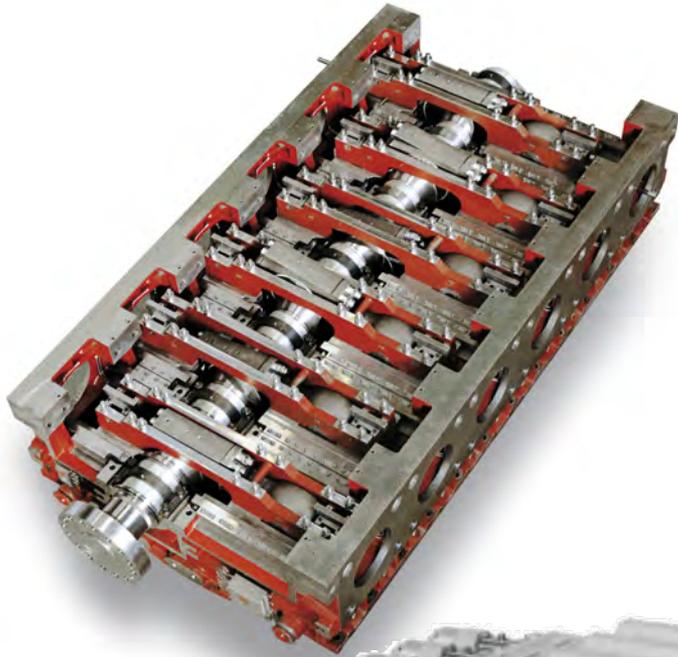


Caso dei compressori di LDPE



Iper-compressori

Pressione finale anche oltre a 4000 bar

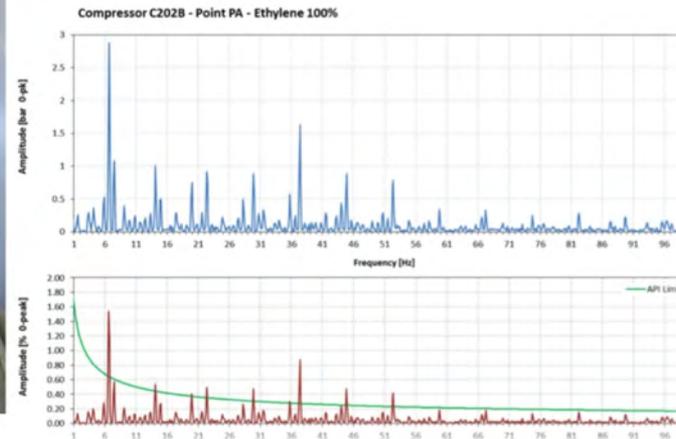
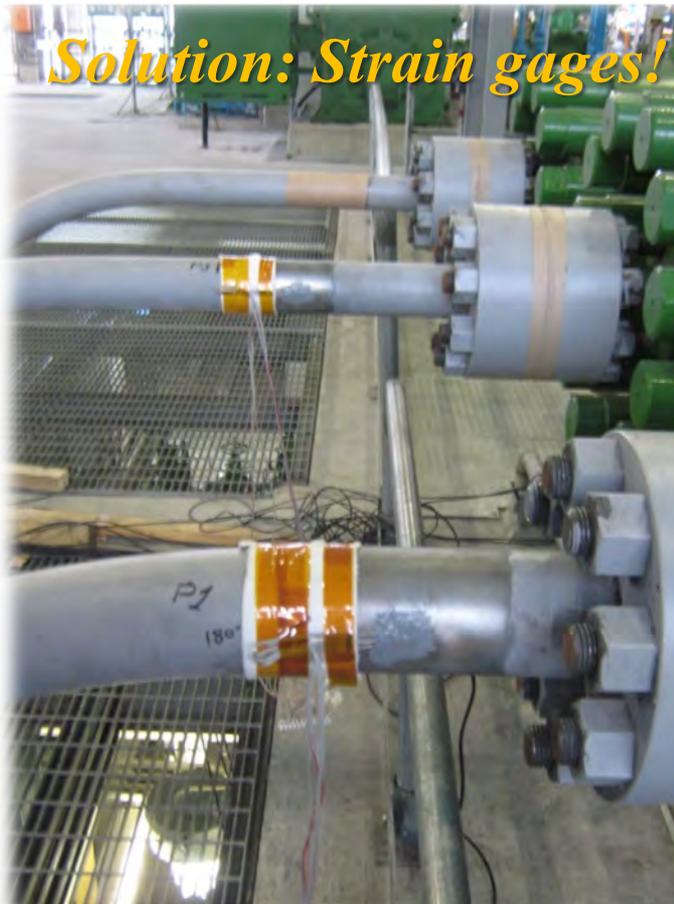


Pictures courtesy and © of BHGE and Burckhardt Compression

Misure estensimetriche

E se i trasduttori di pressione dinamica non fossero costruiti per i miei valori di pressione?

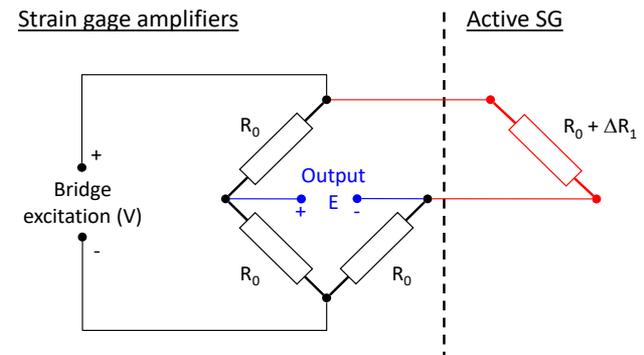
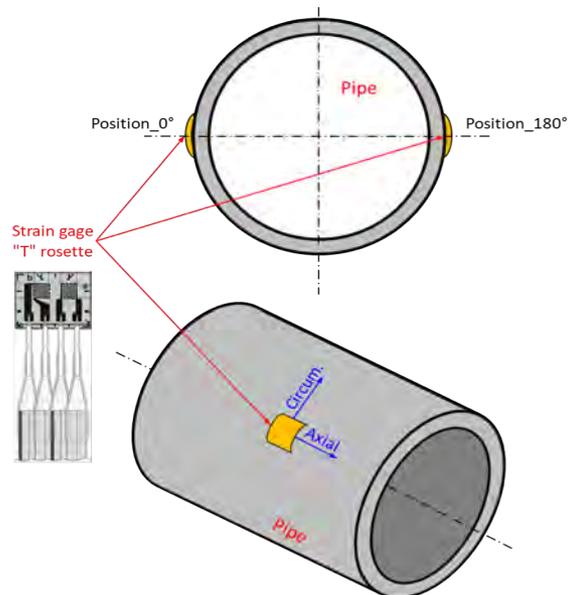
O se non ci fossero collegamenti a pressione disponibili o utilizzabili?



Le misurazioni degli estensimetri possono essere eseguite per mezzo di un circuito a ponte di Wheatstone, attraverso la misurazione del cambiamento di resistenza.

Attraverso la misura della deformazione della tubazione, per effetto della pressione interna, si risale alla misura della pulsazione: **misura indiretta**.

L'uso di due rosette è una configurazione che serve a separare il contributo della flessione.



Caso applicativo su un ipercompressore

- Misura vibrazioni sulla tubazione (tramite un accelerometro standard), in tutte le fasi del compressore secondario, fino al reattore finale. Più di 450 misurazioni (in 2 o 3 direzioni, a seconda della disposizione dei tubi).
- Misura pulsazioni di pressione (tramite estensimetri): i primi 12 punti in cui sono stati rilevati i valori di vibrazione più elevati.
- Bump test: trovate due frequenze meccaniche naturali molto vicine a 30 e 33 Hz sulle tubazioni di mandata del 2 ° stadio.

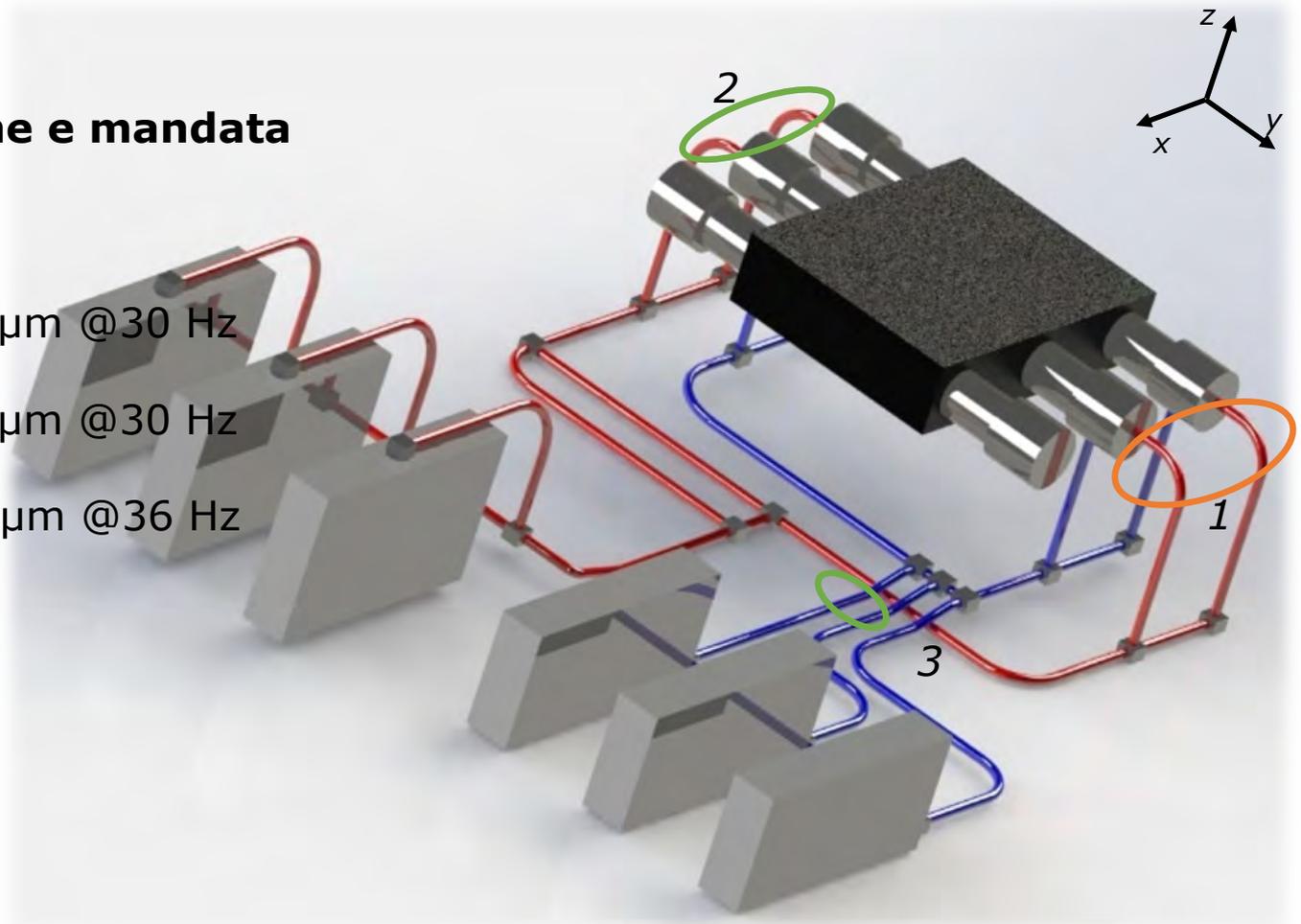


Aree più critiche per le vibrazioni

2^a fase, aspirazione e mandata

1. Peak in Y Hz 800 μ m @30 Hz
2. Peak in Y Hz 380 μ m @30 Hz
3. Peak in Z Hz 390 μ m @36 Hz

~10 - 12° harmonic

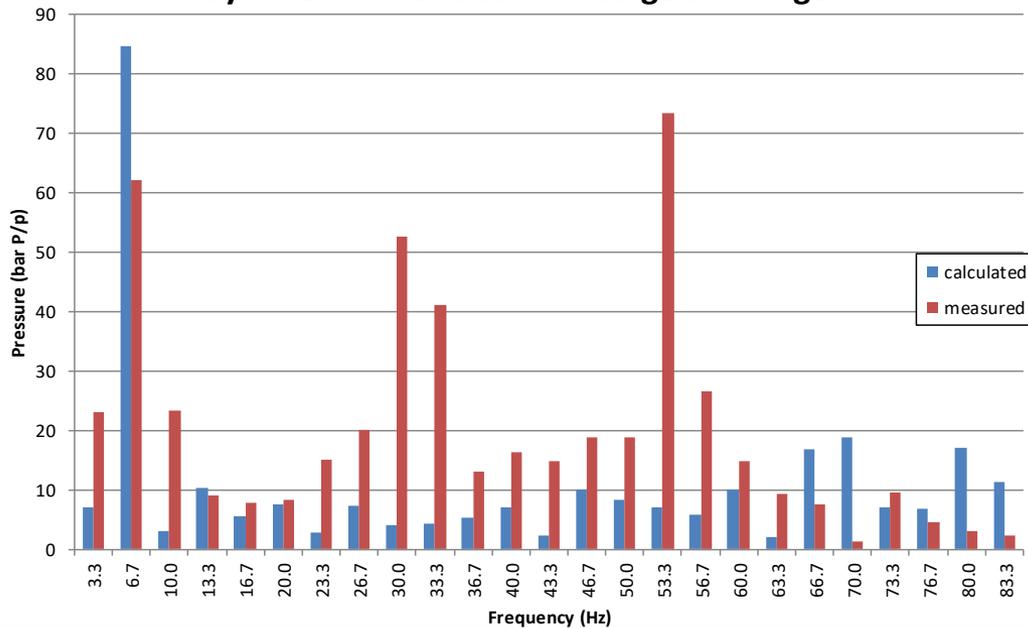


Confronto pulsazioni

Confronto tra i valori misurati e quelli calcolati dal costruttore.

Grafico relativo a uno dei punti più critici.

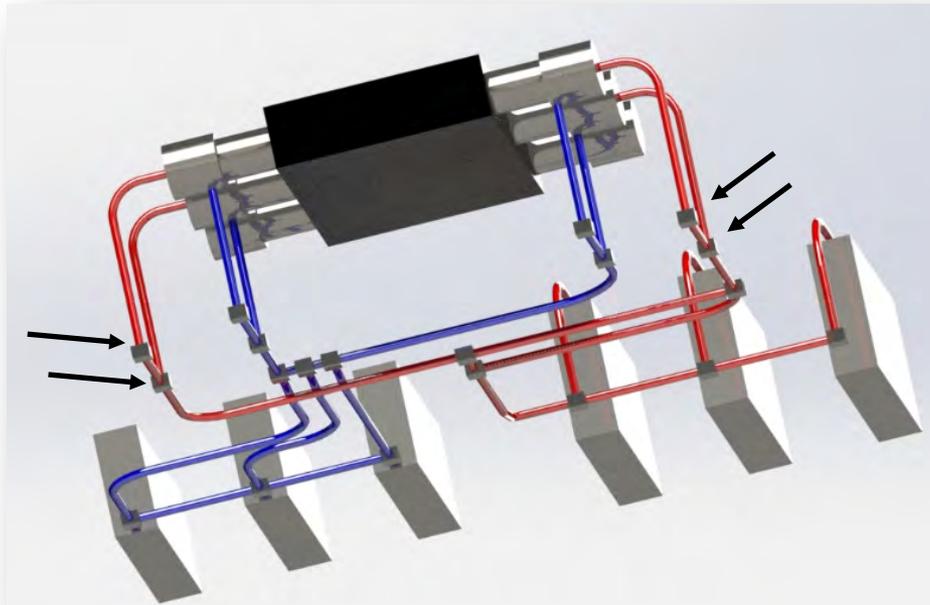
Cylinder 2-1B outlet - 2nd stage discharge



1st stage discharge	Point	OA % p/p
Cyl 1-1B outlet	OEM calculation	18.0
	Measure	25.2
Line 1-1B, below compressor floor	OEM calculation	12.0
	Measure	20.2
Line to intercooler 1	OEM calculation	11.0
	Measure	11.2
Before intercooler 1	OEM calculation	8.0
	Measure	13
2nd stage suction		
Cyl 2-2B inlet	OEM calculation	9.0
	Measure	16.6
Cyl 2-1A inlet	OEM calculation	8.0
	Measure	15.0
Central line from cooler	OEM calculation	8.0
	Measure	11.6
2nd stage discharge		
Cyl 2-1B outlet	OEM calculation	5.8
	Measure	12.8
Line 2-1B, below compressor floor	OEM calculation	3.8
	Measure	8.0
Line 2-1B, ground pipe	OEM calculation	3.8
	Measure	7.2
Line 2-1B, after cooler	OEM calculation	3.4
	Measure	4.4
Line 2-1B, before reactor	OEM calculation	3.4
	Measure	3.8

Modifiche introdotte

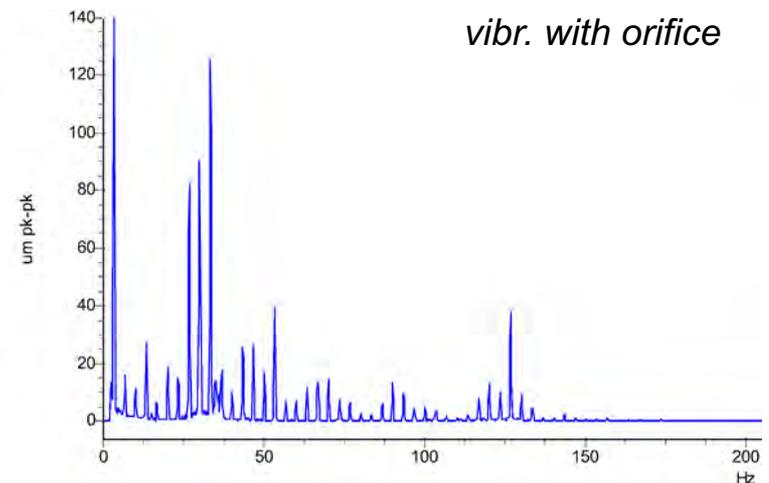
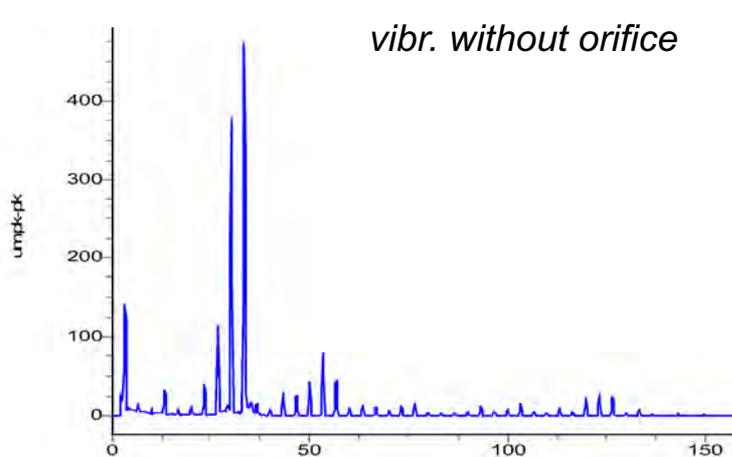
- Orifici acustici in mandata 2a fase
- Rinforzi alla supporteria delle tubazioni



Conclusioni

Misure di vibrazione eseguite dopo le principali modifiche hanno indicato una forte riduzione delle vibrazioni sulla maggior parte delle aree critiche: fino al 70%.

Lesson learned: importanza dell'uso del modello giusto per i calcoli!



Grazie per l'attenzione.
Domande?