



Descrizione Impianto Prova Valvole di Sicurezza in aria

Laboratorio di Fluidodinamica delle Macchine Impianto Prova Valvole di Sicurezza in Aria

Campus Bovisa Sud - Via La Masa 34 - 20158 MILANO

Tel. 02 2399 86 12/25/32 Fax 02 2399 8627

e-mail: vincenzo.dossena@polimi.it

- Responsabile laboratorio: Prof. Ing. Vincenzo Dossena
- Responsabile Tecnico Prove in aria: Ing. Franco Marinoni

RTP Ing. Franco Marinoni	RL Prof. Ing. Vincenzo Dossena
VERIFICATO	APPROVATO

SOMMARIO

1	SPECIFICHE TECNICHE IMPIANTO PROVA VALVOLE DI SICUREZZA IN ARIA...3	3
2	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO PROVA VALVOLE DI SICUREZZA IN ARIA.....4	4
2.1	Sezione di alimentazione	4
2.2	Sezione di misura della portata	5
2.3	Sezione di controllo della pressione di prova	6
2.4	Sezione di installazione delle valvole.....	7
2.5	Sezione di controllo della contropressione	8
2.6	Pulpito di comando.....	9
2.7	Descrizione della strumentazione impiegata	10
2.7.1.	Misura della portata con diaframmi calibrati.	10
2.7.2.	Misura della portata con boccagli calibrati (Δp_b).	10
2.7.3.	Pressione al serbatoio (P_s).	10
2.7.4.	Temperature al serbatoio (T_s).	11
2.7.5.	Alzata dell'otturatore (h).	11
2.7.6.	Pressione al serbatoio di contropressione (P_c).	11
2.8	Acquisizione dei dati.....	11
2.9	ALLEGATO 1 : schema rappresentativo impianto prova valvole di sicurezza in aria.....	14

1 Specifiche tecniche Impianto prova valvole di sicurezza in aria

	min.	max
Dimensioni valvole in prova:	1/4"	6"
Pressione di prova : (barg)	0	40
Contropressione imposta/generata (barg)	0	8
Portata massica (kg/s)	0.05	8

Grandezze rilevate: pressione di sfioro, pressione di richiusura, contropressione, coefficiente di efflusso, alzata otturatore.

2 Descrizione dell'impianto prova valvole di sicurezza in aria

Per la descrizione si fa riferimento allo schema rappresentativo allegato.

2.1 Sezione di alimentazione

L'impianto di prova utilizza come fluido di lavoro aria stoccata ad alta pressione per una capacità utile complessiva di circa 5600 kg; l'alimentazione è assicurata da due compressori alternativi della portata complessiva nominale di 650 Nm³/h.

L'impianto di stoccaggio è costituito da

- 4 bombole di capacità unitaria di 3300 litri con pressione massima di esercizio pari a 80 bar.
- 6 bombole di capacità unitaria di 2000 litri con pressione massima di esercizio pari a 180 bar.
- 8 bombole di capacità unitaria di 1000 litri con pressione massima di esercizio pari a 180 bar.

L'aria ad alta pressione viene quindi pre-riscaldata alla temperatura di circa 50 – 150°C in un riscaldatore ad accumulo d'olio (1) con capacità di 2 m³ e temperatura massima di esercizio di 200°C. Dopo il pre-riscaldamento l'aria viene portata alla pressione necessaria per mezzo di un riduttore (2). In ragione della portata richiesta dalla prova e' possibile impostare un valore di pressione a valle del riduttore in un campo compreso tra 2 e 40 bar.



Stazione di pompaggio e impianto di accumulo del LFM

Politecnico di Milano Dipartimento di Energia Laboratorio di Fluidodinamica delle macchine	ENE/LFM/DOC.01.015	Aggiornamento : 02
	Emesso il 03.03.08	Pagina 4 di 15

2.2 Sezione di misura della portata



Fig. 1 :Valvole di regolazione e diaframmi di misura della portata

LINEA	ϕ interno D [mm]	ϕ orifizio d [mm]	Pressione massima [bar]
1''	26.7	12.5	38
1''-bis	26.7	15	38
2''	52.6	30.1	38
3''	78.0	49.0	38
4''	102.4	69.8	38
4''-bis	102.4	80.8	38

Tab. 1 : Caratteristiche delle linee di alimentazione e relativi diaframmi.

A valle del riduttore di pressione è posto un collettore (3) della capacità di 40 litri e pressione massima di esercizio di 40 bar che assolve alle seguenti funzioni:

- Generare un segnale di retroazione pneumatica da inviare al riduttore di pressione in modo da garantirne un funzionamento stabile.
- Costituire un accumulo che riduca al minimo le pendolazioni di pressione eventualmente generate dal riduttore.

Al collettore sono collegate le 6 linee di alimentazione dei serbatoi di prova e la linea di alimentazione del serbatoio di contropressione (1 ½'').

Ciascuna linea di alimentazione dei serbatoi è equipaggiata con un diaframma strumentato per la misura della portata (4).

In tabella 1 vengono riportate le principali caratteristiche delle 6 linee di misura della portata.

La portata reale può essere misurata in contemporanea anche per mezzo di una serie di bocchelli di misura interposti tra la flangia di uscita del serbatoio e la valvola in prova. I bocchelli sono in grado di coprire un campo di portate corrispondenti a valvole con attacco da ½'' fino a 3''. I bocchelli sono tarati per mezzo di ugelli sonici .

2.3 Sezione di controllo della pressione di prova

A valle della sezione di misura della portata sono installate le valvole pneumatiche di regolazione (5) per il controllo della pressione nei serbatoi durante le varie fasi della prova.

Su ciascuna linea di alimentazione è installata una valvola di regolazione pneumatica con otturatore a corsa equi-percentuale sulla portata. Tutte le valvole sono comandate manualmente dall'operatore per mezzo di un riduttore di pressione 0-15 psi, installato sul pulpito di controllo (17). La corsa dell'otturatore è inoltre servo assistita da un posizionatore pneumatico in modo da velocizzare i tempi di intervento e di regolazione.



Figura 2 : Serbatoi di controcompressione e di prova con valvola installata e raccordi universali per il convogliamento dello scarico al serbatoio di controcompressione

Politecnico di Milano Dipartimento di Energia Laboratorio di Fluidodinamica delle macchine	ENE/LFM/DOC.01.015	Aggiornamento : 02
	Emesso il 03.03.08	Pagina 6 di 15

2.4 Sezione di installazione delle valvole.

Le valvole in prova possono essere installate su 3 serbatoi di diversa capacità in modo tale da garantire un accumulo opportuno in relazione alla sezione di efflusso della valvola. Un buon proporzionamento tra i due parametri citati garantisce una buona sensibilità sui valori di pressione caratteristici da rilevare in fase di prova (sfioro e richiusura), permette il rapido instaurarsi di condizioni di regime durante il rilievo del coefficiente di portata e cautela dall'instaurazione di oscillazioni violente della pressione durante il transitorio di apertura dell'otturatore.

In Tabella 2 sono riportate le principali caratteristiche dei serbatoi di prova. Tutti i raccordi elencati in Tabella 2 sono predisposti con foratura universale per flange ANSI 150,300,600 e UNI-DIN da PN 16 a PN 100. Sono inoltre disponibili i corrispondenti attacchi con filettatura standard GAS da 1/4" fino a 3".

	<i>S1</i>	<i>S2</i>	<i>S3</i>
<i>Capacità (l)</i>	200	500	1500
<i>Pressione max (bar)</i>	38	38	20
<i>Linee di alimentazione</i>	1"	1",2",3"	1",2",3",4"
<i>Flangia di uscita</i>	3" – ANSI 300	3" – ANSI 300	10" – ANSI 150
<i>Raccordi disponibili</i>	2",1½",1¼",1"	2",1½",1¼",1"	6", 4",3",2½",2"
<i>Flangia di scarico</i>	2",4"	4"	6",8"

Tabella 2: Serbatoi e raccordi di montaggio per valvole.

Tutti i serbatoi sono muniti di una linea di scarico da 1" controllata da una valvola pneumatica di regolazione (6) comandata da quadro dall'operatore.

2.5 Sezione di controllo della contropressione

L'aria scaricata dalla valvola in prova è convogliata al serbatoio di contropressione (capacità 1000 litri e pressione massima 16 bar) attraverso le flange di scarico in asse con le flange dei serbatoi di prova secondo quanto illustrato in tabella 2.

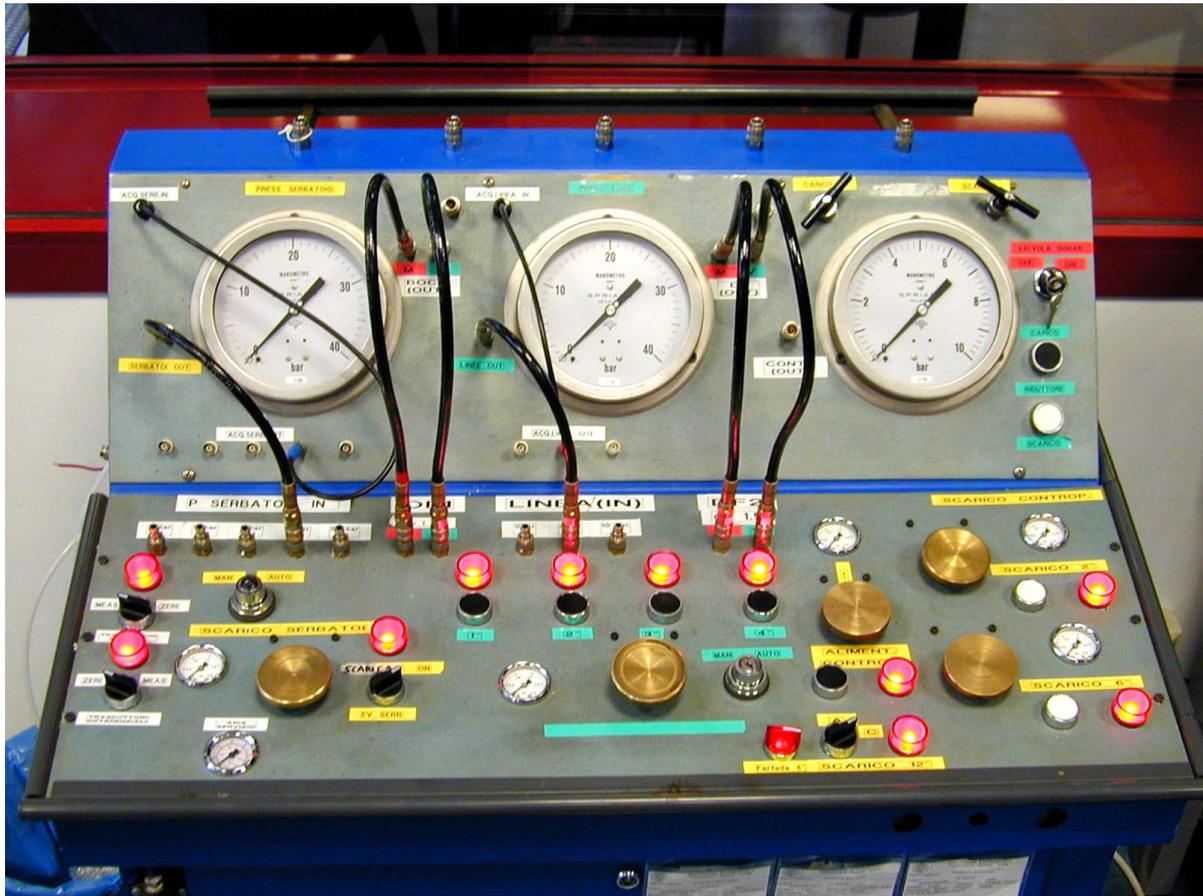
Sul serbatoio (S_c) sono installate:

Valvola (tipo / dimensioni)	Rif.	Azione in funzione della contropressione		
		Atmosferica	Generata	Imposta
Farfalla / 12"	8	Aperta	Chiusa	Chiusa
Regolatrice / 6"	9	Aperta	Regolata a chiudere	Chiusa
Regolatrice / 2"	10	Aperta	Regolata a chiudere	Chiusa
Pilota / 6"x 8"	11	Chiuso	Chiuso	Sfiorante al set di pressione Pressione max 8 bar

Tabella : Impostazione e regolazione della contropressione.

La valvola pilota è predisposta per essere disabilitata durante le prove in contropressione generata attraverso la chiusura di una valvola a farfalla da 6" (12) comandata direttamente dal pulpito di controllo permettendo così il raggiungimento di pressioni di contropressione generata fino a 8 bar. Tutte le valvole di cui è munito il serbatoio di contropressione scaricano la portata in un collettore (14) da 16" collegato all'ambiente esterno tramite un camino di scarico silenziato (15).

2.6 Pulpito di comando



Facendo riferimento alla figura sopra riportata, partendo dall'alto, si possono distinguere diverse sezioni:

- attacchi per manometri di taratura,
- visualizzazione qualitativa delle pressioni linea / serbatoio di stanca,
- collegamenti pneumatici dal trasduttore di pressione alle rispettive prese su serbatoio e linea,
- collegamenti elettrici dei trasduttori di pressione utilizzati,
- controllo valvole di svuotamento serbatoi e linee.
- sezione di regolazione delle valvole sulle varie linee di alimentazione,

Politecnico di Milano Dipartimento di Energia Laboratorio di Fluidodinamica delle macchine	ENE/LFM/DOC.01.015	Aggiornamento : 02
	Emesso il 03.03.08	Pagina 9 di 15

2.7 Descrizione della strumentazione impiegata

2.7.1. Misura della portata con diaframmi calibrati.

I segnali di pressione provenienti dal più opportuno dei 6 diaframmi di misura sono convogliati con linea indipendente ad un P.C., dove i segnali in tensione vengono acquisiti dalla catena di misura per mezzo dei seguenti trasduttori di pressione :

- Pressione differenziale al diaframma (Δp_d). Sono disponibili i segg. trasduttori in relazione al diverso campo di applicazione:
 - Trasduttore differenziale Schaevitz P 2104-0001, serial number 15624, F.S. ± 1 bar , accuratezza $\pm 0.04\%$ FS
 - Trasduttore differenziale Schaevitz P 2102-0005, serial number 241057, F.S. ± 1.5 bar, accuratezza $\pm 0.13\%$ FS
- Pressione a monte del diaframma P_d . Sono disponibili i segg. trasduttori in relazione al diverso campo di applicazione:
 - Trasduttore relativo 10 bar: Schaevitz P 901-0005, serial number 238566, FS 0-10 bar, accuratezza $\pm 0.09\%$ FS
 - Trasduttore relativo 20 bar: Schaevitz P 721-0001, serial number 14862, FS 0-20 bar accuratezza $\pm 0.25\%$ FS
 - Trasduttore relativo 40 bar: Schaevitz P 901-0005, serial number 222303, FS 0-50 bar, accuratezza $\pm 0.03\%$ FS
- Temperatura totale a monte del diaframma: Termocoppia T (Cu-Co) con giunto di compensazione montato sulla scheda National SCXI 1303. Accuratezza 0.1°C .

2.7.2. Misura della portata con bocchigli calibrati (Δp_b).

Sono disponibili i segg. trasduttori in relazione al diverso campo di applicazione:

- Trasduttore differenziale: Schaevitz P 2104-0001, serial number 15624. F.S. ± 1 bar, accuratezza $\pm 0.04\%$ FS
- Trasduttore differenziale: Schaevitz P 2102-0005, serial number 241057, F.S. ± 1.5 bar, accuratezza $\pm 0.13\%$ FS

2.7.3. Pressione al serbatoio (P_s).

Sono disponibili i segg. trasduttori in relazione al diverso campo di applicazione:

- Trasduttore relativo 2 bar: Schaevitz P 902-0005, serial number 240354, FS 2.5 bar, accuratezza $\pm 0.18\%$ FS
- Trasduttore relativo 5 bar: Schaevitz P 721-0001, serial number 38950, FS 5 bar, accuratezza $\pm 0.21\%$ FS
- Trasduttore relativo 10 bar: Schaevitz P 901-0005, serial number 238566, FS 10 bar, accuratezza $\pm 0.09\%$ FS
- Trasduttore relativo 20 bar: Schaevitz P 901-0005, serial number 225045, FS 20 bar, accuratezza $\pm 0.07\%$ FS

Politecnico di Milano Dipartimento di Energia Laboratorio di Fluidodinamica delle macchine	ENE/LFM/DOC.01.015	Aggiornamento : 02
	Emesso il 03.03.08	Pagina 10 di 15

- Trasduttore relativo 40 bar: Schaevitz P 721-0001, serial number 36039, FS 50 bar, accuratezza ± 0.25 % FS

2.7.4. *Temperature al serbatoio (T_s).*

Temperatura totale nel serbatoio: Termocoppia T (Cu-Co) con giunto di compensazione implementato montato sulla scheda National SCXI 1303. Accuratezza 0.1 °C

2.7.5. *Alzata dell'otturatore (h).*

Viene rilevata con un trasduttore di posizione magnetostrittivo con corsa di 50 mm, DS EUROPE PMF A PLUS 100 ACL serial number 1061, Errore massimo ± 0.1 mm

2.7.6. *Pressione al serbatoio di contropressione (P_c)*

Trasduttore relativo 10 bar: ITALCO PT 85, FS 10, Err. Totale < 0.5 % FS

2.8 **Acquisizione dei dati**

L'acquisizione dei dati (pressioni, temperature, alzata) è realizzata mediante un software dedicato e scritto in Labview, un moderno linguaggio di programmazione ad oggetti, studiato appositamente per acquisizioni dati e controllo impianti.

Il software gestisce il sistema di acquisizione composto da una scheda a 16 bit con massima velocità di acquisizione di 20 kHz (PCI-MIO-16XE50), da un modulo di condizionamento del segnale (SCXI 1100) al quale sono connesse una terminaliera per termocoppie con giunto di riferimento (SCXI 1303) ed un pannello passante per segnali che non necessitano di condizionamento (SCXI 1180, SCXI 1302).

Il software è organizzato in tre sezioni sempre accessibili durante le prove:

Impostazione parametri impianto: in questa sezione è possibile scegliere i trasduttori di pressione, le linee di alimentazione aria compressa e il serbatoio di prova più adeguati alla valvola in prova.

Verifica della taratura dei trasduttori: una volta scelti i trasduttori di pressione più adeguati alla prova è possibile verificare la taratura nell'intorno del campo di pressioni voluto confrontando il valore letto con manometri campione disponibili presso la sala prove.

Acquisizione dei parametri caratteristici delle valvole di sicurezza: è la parte principale del programma e consente di rilevare le seguenti grandezze:

- la pressione di sfioro e richiusura.

Politecnico di Milano Dipartimento di Energia Laboratorio di Fluidodinamica delle macchine	ENE/LFM/DOC.01.015	Aggiornamento : 02
	Emesso il 03.03.08	Pagina 11 di 15

- il coefficiente di efflusso (in contemporanea con l'alzata dell'otturatore se richiesto).
- il valore della contropressione.

L'acquisizione prevede routine separate per sfioro / richiusura e coefficiente di efflusso poiché la

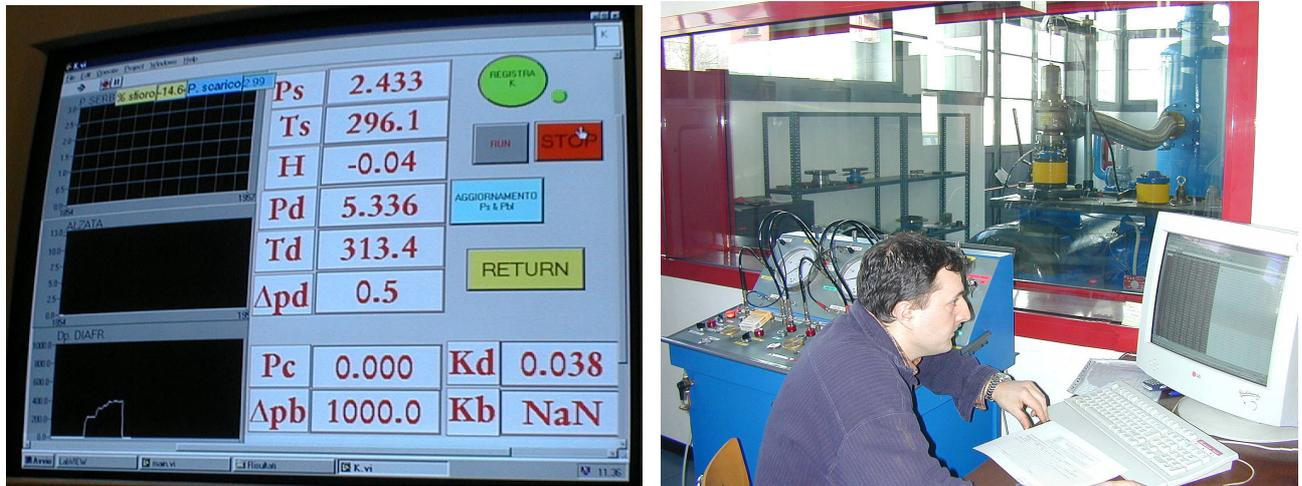


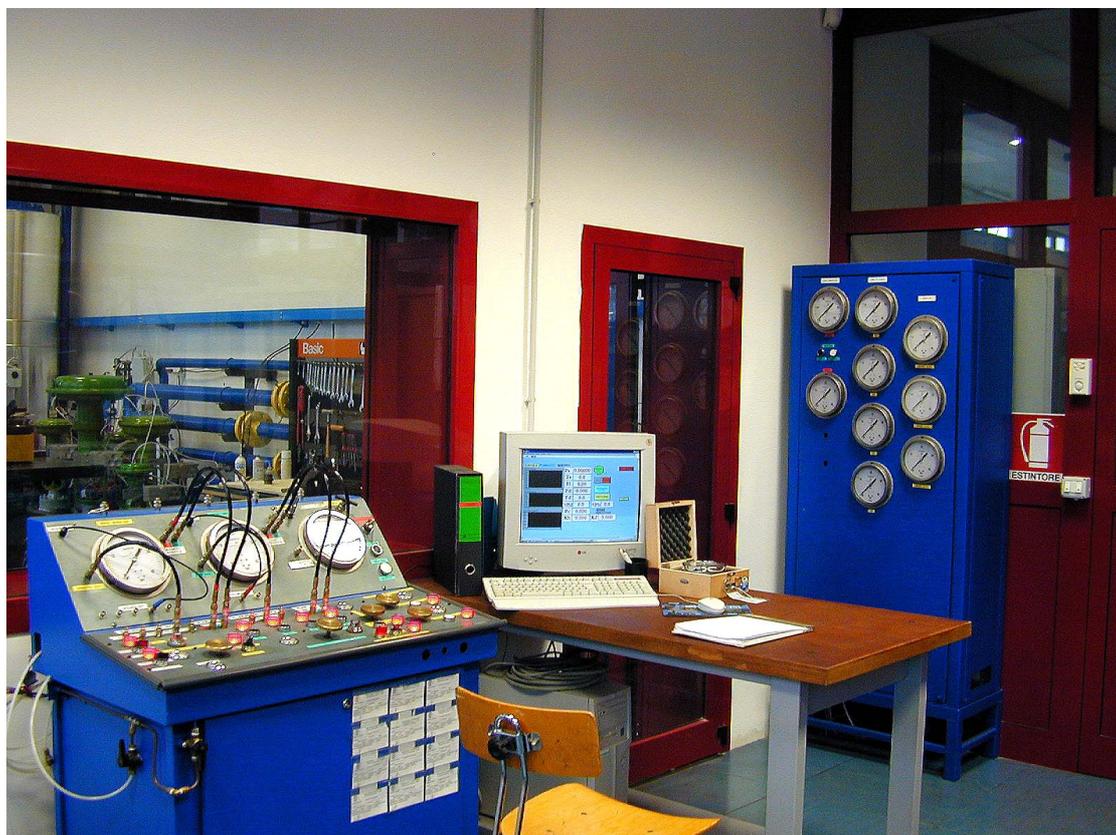
Figura 3; Schermata del programma di acquisizione durante la fase di rilievo del coefficiente di efflusso e vista della sala prove dalla posizione di controllo dell'operatore.

velocità dell'evento è notevolmente diversa. In ogni caso i valori forniti dal programma sono il risultato di una media effettuata su un elevato numero di campioni (indicativamente 200) acquisiti in opportuni intervalli di tempi al fine di massimizzare l'accuratezza.

Politecnico di Milano Dipartimento di Energia Laboratorio di Fluidodinamica delle macchine	ENE/LFM/DOC.01.015	Aggiornamento : 02
	Emesso il 03.03.08	Pagina 12 di 15

I parametri di controllo (pressione al serbatoio, ΔP al diaframma, ecc.) e di misura (ad esempio l'alzata) sono rappresentati sia in forma di indicatore numerico sia in forma di diagramma rappresentativo dell'evoluzione nel tempo delle varie grandezze durante lo svolgimento della prova ("strip chart"). In ogni caso tutte le grandezze acquisite vengono memorizzate in un file-dati a disposizione dell'operatore che a fine prova è in grado di rivederne lo svolgimento e valutarne l'affidabilità.

Il programma e l'impianto prevedono inoltre l'utilizzo opzionale di boccali calibrati (installati immediatamente a monte della valvola) per la misura della portata di prova. Il vantaggio di questa soluzione sta nella rimozione dei ritardi nella misura della portata reale legata alle capacità presenti nell'impianto e ai conseguenti transitori. In questa ipotesi è possibile rilevare in una sola apertura della valvola tutti i parametri di indagine e fornire, oltre alla curva pressione del serbatoio - alzata, il corrispondente valore del coefficiente di efflusso.



Politecnico di Milano Dipartimento di Energia Laboratorio di Fluidodinamica delle macchine	ENE/LFM/DOC.01.015	Aggiornamento : 02
	Emesso il 03.03.08	Pagina 13 di 15

2.9 ALLEGATO 1 : schema rappresentativo impianto prova valvole di sicurezza in aria

LEGENDA		
1	RISCALDATORE	
2	RIDUTTORE (monte 100 bar, valle 2-40 bar)	
3	COLLETORE	
4	DIAFRAMMI DI MISURA	
5	VALVOLE DI REGOLAZIONE ALIMENTAZIONE SERBATOI PROVA VALVOLE	
6	VALVOLA DI REGOLAZIONE SCARICO SERBATOI PROVA VALVOLE	
7	RACCORDO VALVOLE IN PROVA-SERBATOIO DI CONTROPRESSIONE	
8	VALVOLA ON/OFF A VALLE DEL SERBATOIO DI CONTROPRESSIONE	
9	VALVOLA DA 6"DI REGOLAZIONE SCARICO SERBATOIO DI CONTROPRESSIONE	
10	VALVOLA DA 2"DI REGOLAZIONE SCARICO SERBATOIO DI CONTROPRESSIONE	
11	VALVOLA PILOTA DA 6" PER CONTROPRESSIONE IMPOSTA	
12	VALVOLA DI REGOLAZIONE ALIMENTAZIONE SERBATOIO DI CONTROPRESSIONE	
S1	SERBATOIO PROVA VALVOLE	(200 l – 40 bar)
S2	SERBATOIO PROVA VALVOLE	(500 l – 40 bar)
S3	SERBATOIO PROVA VALVOLE	(1200 l – 20 bar)
SC	SERBATOIO CONTROPRESSIONE	(1000 l – 16 bar)

